



## *Slutrapport RL 2014:07*

**Allvarligt tillbud vid Svegs flygplats den 3 maj 2013 med flygplanet ES-PJR av typen Jetstream 3200, opererat av AS Avies.**

Diariernr L-46/13

2014-06-09

SHK undersöker olyckor och tillbud från säkerhetssynpunkt: Syftet med undersökningarna är att liknande händelser ska undvikas i framtiden. SHK:s undersökningar syftar däremot inte till att fördela skuld eller ansvar, vare sig straffrättsligt, civilrättsligt eller förvaltningsrättsligt.

Rapporten finns även på SHK:s webbplats: [www.havkom.se](http://www.havkom.se)

(ISSN 1400-5719)

Illustrationer i SHK:s rapporter skyddas av upphovsrätt. I den mån inte annat anges är SHK upphovsrättsinnehavare.

Med undantag för SHK:s logotyp, samt figurer, bilder eller kartor till vilka någon annan än SHK äger upphovsrätten, tillhandahålls rapporten under licensen Creative Commons Erkännande 2.5 Sverige. Det innebär att den får kopieras, spridas och bearbetas under förutsättning att det anges att SHK är upphovsrättsinnehavare. Det kan t.ex. ske genom att vid användning av materialet ange ”Källa: Statens haverikommission”.



I den mån det i anslutning till figurer, bilder, kartor eller annat material i rapporten anges att någon annan är upphovsrättsinnehavare, krävs dennes tillstånd för återanvändning av materialet.

Omslagets bild tre – Foto: Anders Sjödén/Försvarmakten.

## Innehåll

Allmänna utgångspunkter och avgränsningar .....	5
Utredningen.....	5
<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>8</b>
<b>1. FAKTAREDOVISNING .....</b>	<b>10</b>
1.1 Redogörelse för händelseförloppet .....	10
1.2 Personskador.....	12
1.3 Skador på luftfartyget .....	12
1.4 Andra skador och miljöpåverkan .....	12
1.5 Besättningen.....	12
1.5.1 Generellt .....	12
1.5.2 Befälhavaren.....	12
1.5.3 Biträdande föraren .....	12
1.5.4 Kabinbesättning.....	13
1.5.5 Förarnas tjänstgöring .....	13
1.6 Luftfartyget .....	13
1.6.1 Generellt .....	13
1.6.2 Flygplansdata.....	13
1.6.3 Föreskrifter avseende tekniska anmärkningar .....	14
1.6.4 Operatörens hantering av tekniska anmärkningar .....	15
1.6.5 Turbopropmotor .....	15
1.6.6 Turboaxelmotor .....	15
1.6.7 Propellerväxel och propeller.....	16
1.6.8 Reglage för reglering av motorvarv och motoreffekt .....	16
1.6.9 Kontroll av motoreffekten under flygning (Power Management) .....	18
1.6.10 Single Red Line System .....	18
1.6.11 Torque/Temperature Limiting System .....	19
1.6.12 Propellersynkroniseringssystem .....	20
1.6.13 Manualer och operativa rutiner.....	20
1.6.14 AVIES S.O.P. för den aktuella starten .....	21
1.6.15 Nödchecklista .....	21
1.7 Meteorologisk information .....	23
1.8 Navigationshjälpmedel .....	23
1.9 Radiokommunikationer.....	23
1.10 Flygfältsdata.....	23
1.11 Färd- och ljudregistratorer .....	23
1.11.1 Färdregistratorer .....	23
1.11.2 Ljudregistrator .....	25
1.12 Plats för händelsen .....	25
1.13 Medicinsk information.....	25
1.14 Brand.....	25
1.15 Överlevnadsaspekter .....	25
1.15.1 Räddningsinsatsen .....	25
1.16 Särskilda prov och undersökningar .....	26
1.16.1 Teknisk undersökning.....	26
1.16.2 Analys av motorljud .....	27
1.16.3 Korrigering av FDR-data.....	29
1.16.4 Bränsle- och oljeanalyser.....	29
1.16.5 Tidigare fall med oscillationer i RPM och Tq under start .....	30
1.16.6 Av typcertifikatinnehavarna vidtagna åtgärder .....	32

1.16.7	Spontan rörelse av RPM Lever utan förarnas kännedom.....	33
1.16.8	Felaktig motorkonfiguration vid start .....	33
1.16.9	Propeller Synchronizing System .....	34
1.16.10	Eventuella konsekvenser av defekta PT2- och PS5-rör .....	34
1.16.11	Intervjuer med besättningen .....	34
1.16.12	Simulatorstest .....	35
1.17	Operatörens organisation och ledning .....	36
1.17.1	Generellt.....	36
1.17.2	Offentlig upphandling av flygtrafik .....	36
1.17.3	Operativa förutsättningar .....	36
1.18	Övrigt.....	37
1.18.1	Bestämmelser beträffande FDR och CVR .....	37
1.18.2	Vidtagna åtgärder .....	38
1.19	Särskilda utredningsmetoder .....	38
2.	ANALYS .....	39
2.1	Operativt.....	39
2.1.1	Flygningens förutsättningar .....	39
2.1.2	Förarnas förutsättningar .....	39
2.1.3	Flygningen .....	39
2.1.4	Tillbudet .....	40
2.2	Registrering av ljud- och flygdata .....	41
2.2.1	Färdregistrator - FDR.....	41
2.2.2	Ljudregistrator – CVR.....	41
2.3	Tekniskt .....	42
2.3.1	Generellt.....	42
2.3.2	Tillbudet .....	42
2.3.3	FDR- och ljudanalys .....	43
2.3.4	RPM Levers .....	44
2.3.5	Slutsats av teknisk analys.....	44
2.4	Operationell säkerhet.....	45
2.4.1	Varningsystem.....	45
2.4.2	Nödchecklistor .....	45
2.5	Övriga iakttagelser.....	46
2.5.1	Operativt.....	46
2.5.2	Tekniskt.....	46
2.5.3	Tekniskt/operativt .....	46
3.	UTLÅTANDE.....	47
3.1	Undersökningsresultat .....	47
3.2	Orsaker till tillbudet.....	47
4.	REKOMMENDATIONER .....	48

## Allmänna utgångspunkter och avgränsningar

Statens haverikommission (SHK) är en statlig myndighet som har till uppgift att undersöka olyckor och tillbud till olyckor i syfte att förbättra säkerheten. SHK:s olycksundersökningar syftar till att så långt som möjligt klarlägga såväl händelseförlopp och orsak till händelsen som skador och effekter i övrigt. En undersökning ska ge underlag för beslut som har som mål att förebygga att en liknande händelse inträffar igen eller att begränsa effekten av en sådan händelse. Samtidigt ska undersökningen ge underlag för en bedömning av de insatser som samhällets räddningstjänst har gjort i samband med händelsen och, om det finns skäl för det, för förbättringar av räddningstjänsten.

SHK:s olycksundersökningar syftar till att ge svar på tre frågor: *Vad hände? Varför hände det? Hur undviks att en liknande händelse inträffar?*

SHK har inga tillsynsuppgifter och har heller inte någon uppgift när det gäller att fördela skuld eller ansvar eller rörande frågor om skadestånd. Det medför att ansvars- och skuldfrågorna varken undersöks eller beskrivs i samband med en undersökning. Frågor om skuld, ansvar och skadestånd handläggs inom rättsväsendet eller av t.ex. försäkringsbolag.

I SHK:s uppdrag ingår inte heller att vid sidan av den del av undersökningen som behandlar räddningsinsatsen undersöka hur personer förda till sjukhus blivit behandlade där. Inte heller utreds samhällets aktiviteter i form av socialt omhändertagande eller krishantering efter händelsen.

Utredningar av luftfartshändelser regleras i huvudsak av förordningen (EU) nr 996/2010 om utredning och förebyggande av olyckor och tillbud inom civil luftfart och lagen (1990:712) om undersökning av olyckor. Utredningarna genomförs i enlighet med Chicagokonventionens Annex 13.

## Utredningen

SHK underrättades den 3 maj 2013 om att ett allvarligt tillbud med ett luftfartyg med registreringsbeteckningen ES-PJR, Jetstream 3100 / 3200 series, inträffat på Svegs flygplats (ESND), Jämtlands län, samma dag klockan 07.21.

Tillbudet har undersökts av SHK som företrätts av Mikael Karanikas, ordförande, Kristoffer Danèl, utredningsledare t.o.m. den 31 augusti 2013 och därefter Stefan Christensen samt Peter Swaffer, operativ utredare.

Haverikommissionen har biträtts av Henrik Elinder som teknisk expert samt av Magnic AB som ljudexpert.

Jens Haug har deltagit som ackrediterad representant från den estländska haverikommissionen, Estonian Safety Investigation Bureau (ESIB), och John McMillan har deltagit som ackrediterad representant från den brittiska haverikommissionen, Air Accidents Investigation Branch (AAIB), samt Robert Hunsberger har deltagit från amerikanska National Transportation Safety Board (NTSB).

Som rådgivare för Transportstyrelsen har Lars Kristiansson deltagit.

Följande organisationer har notifierats: Transportstyrelsen, International Civil Aviation Organization (ICAO), Estonian Safety Investigation Bureau (ESIB), Air Accidents Investigation Branch (AAIB), National Transportation Safety Board (NTSB), European Aviation Safety Agency (EASA) samt EU-kommissionen.

#### Utredningsmaterialet

Ett haverisammanträde hölls den 18 december 2013. Vid mötet presenterade haverikommissionen det faktaunderlag som förelåg vid tidpunkten.

## Slutrapport RL 2014:07

---

Luftfartyg:	
Registrering, typ	ES-PJR, Jetstream 3100 / 3200 series,
Klass, luftvärdighet	Normal, luftvärdighetsbevis och gällande granskningsbevis (ARC) <sup>1</sup>
Ägare/operatör	Aviesair AS/AS Avies.
Tidpunkt för händelsen	2013-05-03, klockan 07.21 i dagsljus Anmärkning: all tidsangivelse avser svensk sommartid (UTC <sup>2</sup> + 2 timmar)
Plats	Svegs flygplats, Jämtlands län, (position N62025, E01425, ca 150 meter över havet)
Typ av flygning	Kommersiell lufttransport (uppdragstrafik)
Väder	Enligt flygplatsen: vind 100, 02 knop, CAVOK <sup>3</sup> , temperatur/daggpunkt -4/-9 °C, QNH <sup>4</sup> 1016 hPa
Antal ombord:	16
Besättning	2
Passagerare	14
Personskador	Inga
Skador på luftfartyget	Inga
Andra skador	Inga
Befälhavaren:	
Ålder, certifikat	41 år, ATPL <sup>5</sup>
Total flygtid	5 146 timmar, varav 3 203 på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	87 timmar, samtliga på typen
Antal landningar senaste 90 dagarna	164
Biträdande föraren:	
Ålder, certifikat	26 år, CPL <sup>6</sup>
Total flygtid	630 timmar, varav 175 timmar på typen
Flygtid senaste 90 dagarna	25 timmar, samtliga på typen
Antal landningar senaste 90 dagarna	45

---

<sup>1</sup> ARC (Airworthiness Review Certificate) - granskningsbevis avseende luftvärdighet.

<sup>2</sup> UTC (Coordinated Universal Time) - referens för angivelse av tid världen över.

<sup>3</sup> CAVOK (Ceiling And Visibility OK) - Flygmeteorologisk benämning för molnbas över 5 000 fot och sikt över 10 km samt inget signifikant väder.

<sup>4</sup> QNH anger det atmosfäriska trycket vid havsytans medelnivå.

<sup>5</sup> ATPL (Airline Transport Pilot License) - trafikflygarcertifikat med befälhavarbehörighet för stora luftfartyg.

<sup>6</sup> CPL (Commercial Pilot License) - trafikflygarcertifikat.

## SAMMANFATTNING

Flygplanet startade från Svegs flygplats för en reguljär flygning mot Stockholm/Arlanda. Strax efter start, på ca 500 fots höjd, inträffade motorstörningar på båda motorerna med kraftiga fluktuationer i dragkraft och varvtal. Befälhavaren uppgav att det under den tid som störningarna pågick var svårt att hålla flygplanet flygande och att en nödlandning i terrängen kunde bli nödvändig. Störningarna upphörde emellertid efter ca en minut och flygplanet kunde vända tillbaka till Svegs flygplats och utföra en normal landning.

Efter tillbudet tillvaratog haverikommissionen flygplanets FDR (färdregistrator) och CVR (ljudregistrator). De registrerade parametrarna från FDR utvisade dock oralistiska värden, beroende på att operatören inte hade erforderlig dokumentation för att konvertera inspelade värden till användbara enheter. Ljudregistratorn hade inte stängts av efter tillbudet, vilket medförde att registreringarna i samband med tillbudet hade spelats över.

Haverikommissionen utförde en korrigerig och analys av inspelade data från färdregistratorn. Tillsammans med en ljudanalys från en privat film som tagits vid tillfället, kunde konstateras att starten sannolikt skett med ett för lågt motorvarvtal (RPM). Vid en dialog med flygplantillverkaren framkom att det var ett tidigare känt problem att start med för lågt RPM i vissa fall kunde orsaka motorstörningar. Det har tidigare inträffat en allvarlig olycka där för lågt RPM i starten konstaterades vara orsaken.

Den operativa dokumentationen hos operatören innehöll dock inte i erforderlig grad information om potentiella risker vid start med för lågt RPM. Den aktuella flygplanstypen har inget varningssystem för start med felaktig motorkonfiguration och nödchecklistan innehåller inte någon procedur för omedelbara åtgärder som besättningen ska kunna utantill.

Vid den undersökning som utförts i samband med tillbudet kunde även vissa tekniska brister konstateras. Korrosionsskador samt provisoriska reparationer i vissa av flygplanets system noterades vid den tekniska undersökningen. Vidare kunde konstateras att tekniska fel inte skrivits in i flygplanets loggbok.

Tillbudet orsakades sannolikt av ett för lågt varvtal (RPM) i samband med starten. En bidragande orsak har varit att flygplanstypen saknar varningssystem för start med felaktig motorkonfiguration.



## Rekommendationer

EASA rekommenderas att:

- Utredda förutsättningarna för installation av varningssystem på den aktuella flygplanstypen som varnar förarna vid felaktig motorkonfiguration i samband med start. *(RL 2014:07 R1)*
- Verka för att nödchecklistan på flygplanstypen revideras så att åtgärder vid motoroscillationer i samband med start ändras till att ingå som ett ”Memory item”. *(RL 2014:07 R2)*
- Vidta åtgärder för att säkerställa att utbildning och fortbildning på flygplanstypen kompletteras med information och träning avseende risker med felaktiga motorkonfigurationer vid start. *(RL 2014:07 R3)*

## 1. FAKTAREDOVISNING

### 1.1 Redogörelse för händelseförloppet

Avsikten var att genomföra en kommersiell flygning från Svegs flygplats till Stockholm/Arlanda flygplats. Flygplanet, som var av modellen BAe Jetstream 3200 (J32), se figur 1, hade stått parkerat i en hangar över natten och dragits ut på plattan för ombordstigning. Det var en torr, klar och kall morgon. Enligt uppgift från förarna gick startförfarandet av motorerna normalt och taxningen ut till bana 09<sup>7</sup> utfördes enligt gällande procedurer. Besättningen noterade inga tekniska felfunktioner eller något annat onormalt.



Figur 1. ES-PJR, BAe Jetstream 32. Foto: Avies AS.

Flygplanet accelererades till sin rotationsfart och lyfte enligt befälhavaren normalt. Strax därefter, på ca 500 fots (150 meters) höjd, upplevde besättningen kraftiga motorstörningar i båda motorerna. Först i vänster motor och kort därefter även i höger motor. Motorinstrumenten visade onormala värden och flygplanet girade växelvis höger och vänster. Händelseförloppet finns åskådliggjort i figur 2.

Befälhavaren har uppgivit att denne hade svårighet att hålla flygplanet flygande samt att fokus fick läggas på att hålla höjd, fart och riktning. Han har berättat att han och den biträdande föraren befarade att flygplanet var på väg ner mot marken och började därför titta efter en lämplig plats för nödlandning. Omgivande terräng bestod dock bara av skog och vattendrag utan någon öppen plats att landa på. Beslutet blev därför att genomföra en högersväng för att försöka ta sig tillbaka för landning på samma bana som de startat ifrån.

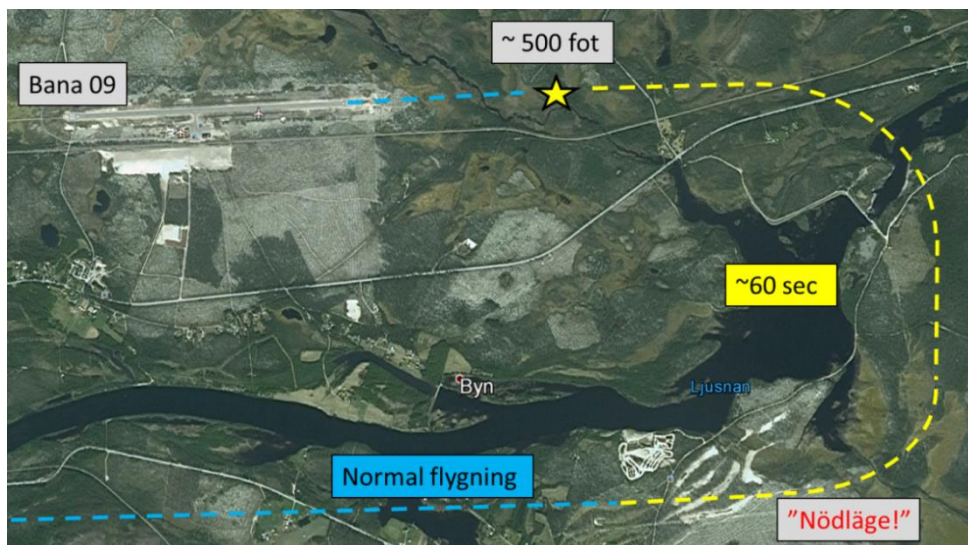
Störningarna fortsatte med oförändrad verkan och besättningen utförde ett antal åtgärder för att reda ut situationen. Befälhavaren

<sup>7</sup> Siffran 09 innebär att banans magnetiska kompassriktning är ca 90°, dvs. östlig riktning.

uppgav att han kontrollerade inställningen på reglagen för motorvarvet, reducerade dragkraften något samt stängde av TTL-systemet (Torque Temperature Limiter). En utförlig beskrivning om TTL-systemet och dess inverkan finns i avsnitt 1.6.9. Åtgärderna medförde dock ingen förändring av situationen.

Under detta förlopp deklarerade den biträdande föraren nödläge till tornet och informerade om situationen samt besättningens intention att återvända för landning. Mot bakgrund av lämnad information utlöste tornet ett varningslarm varvid räddningstjänsten aktiverades.

Efter genomförd högersväng, med flygplanet på västlig kurs, upphörde plötsligt motorstörningarna. I figur 2 visar den gula sträckningen den del av den totalt sex minuter långa flygningen under vilken störningarna fortgick. De varade i cirka en minut. Den blå sträckningen indikerar de faser av flygningen då inga störningar noterades och då flygningen kunde utföras med normala tekniska och operationella förutsättningar. Resterande del av flygningen var odramatisk i den bemärkelsen att flygplanet kunde göra en normal landning. Nödläget fortgick dock till dess att flygplanet hade parkerats på plattan då flygledare i samförstånd med befälhavaren kunde fastställa att faran var över.



Figur 2. Schematisk skiss av händelseförloppet. Foto: Google Earth™.

Enligt vad haverikommissionen har kunnat fastslå uppkom inga skador på vare sig personer, flygplan eller någon annan egendom. Direkt efter det att passagerarna lämnat flygplanet erbjöds de en s.k. briefing, ett samtal med befälhavaren under vilket han berättade om händelsen.

Tillbudet inträffade i ungefärlig position N62025, E01425 och på cirka 500 fots höjd (150 meter).

## 1.2 Personskador

	Besättning	Passagerare	Ombord- varande totalt	Övriga
Omkomna	-	-	0	-
Allvarligt skadade	-	-	0	-
Lindrigt skadade	-	-	0	-
Inga skador	2	14	16	-
<b>Totalt</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>-</b>

## 1.3 Skador på luftfartyget

Inga.

## 1.4 Andra skador och miljöpåverkan

Inga.

## 1.5 Besättningen

### 1.5.1 Generellt

Befälhavaren hade lång erfarenhet på flygplanstypen och tjänstgjorde även som instruktör på J31/32. Styrmannen hade inte lika lång erfarenhet men hade tjänstgjort tillsammans med befälhavaren vid ett flertal tillfällen. Båda piloterna hade utfört sina kompetenskontroller på typen med godkänt resultat. Ingen av förarna hade tränat scenarion med motorbortfall/motorstörningar på båda motorerna samtidigt.

### 1.5.2 Befälhavaren

Befälhavaren, 41 år, hade ATPL med gällande operativ och medicinsk behörighet. Vid tillfället var befälhavaren PF<sup>8</sup>.

Flygtid (timmar)				
	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	2	8	87	5 146
Aktuell typ	2	8	87	3 203

Antal landningar aktuell typ senaste 90 dagarna: 164.

Inflygning på typ gjordes den 13 november 2003.

Senaste PC<sup>9</sup> genomfördes den 4 mars 2013 på Jetstream 32.

### 1.5.3 Biträdande föraren

Biträdande föraren, 26 år, hade CPL med gällande operativ och medicinsk behörighet. Vid tillbudet var den biträdande föraren PM<sup>10</sup>.

<sup>8</sup> PF (Pilot Flying) - den förare som flyger luftfartyget.

<sup>9</sup> PC (Proficiency check) - kontroll av flygkompetens.

<sup>10</sup> PM (Pilot Monitoring) - förare som assisterar PF.

Flygtid (timmar)				
	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Senaste	24 timmar	7 dagar	90 dagar	Totalt
Alla typer	2	10	25	630
Aktuell typ	2	10	25	175

Antal landningar aktuell typ senaste 90 dagarna: 45.

Inflygning på typ gjordes den 5 november 2012.

Senaste PC genomfördes den 13 april 2013 på Jetstream 32.

#### 1.5.4 *Kabinbesättning*

Den aktuella flygningen opererades utan kabinpersonal. Vissa av operatörens flygningar med flygplanstypen utförs dock med kabinpersonal ombord.

#### 1.5.5 *Förarnas tjänstgöring*

Flygningen var den första för dagen. Befälhavaren gjorde sin femte arbetsdag av fem och den biträdande föraren sin sjätte dag av sex.

### 1.6 *Luftfartyget*

#### 1.6.1 *Generellt*

Flygplansmodellen BAe Jetstream 3200 är en vidareutveckling av BAe Jetstream 3100 och certifierades för kommersiell luftfart år 1982. Det är ett tvåmotorigt passagerarflygplan med plats för 19 passagerare. Modellen har två turbopropmotorer, är utrustad med tryckkabin och används för kort- och mellandistansflygningar. Totalt har 386 flygplan av typen tillverkats.

#### 1.6.2 *Flygplansdata*

##### *Flygplanet*

Typcertifikatinnehavare	BAe Systems (Operations) Ltd.
Typ	Jetstream 3100 / 3200 series
Serienummer	949
Tillverkningsår	1991
Flygmassa, kg	Max tillåten startmassa 7 350, aktuell 6 750
Masscentrumläge	Inom tillåtna gränser, 213,98 tum bakom datumlinje
Total gångtid, timmar	18 045
Gångtid efter senaste periodiska tillsyn, timmar	11
Antal cykler	30 010
Typ av bränsle som tankats före händelsen	Jet A1

---

**Motor**

Typcertifikatinnehavare	Honeywell	
Motortyp	TPE331-12UHR-702H	
Antal motorer	2	
Motor	<i>Nr 1</i>	<i>Nr 2</i>
Serienummer	P-66330C	P-66329C
Total gångtid, timmar	13 055	14 559
Gångtid sedan senaste översyn, timmar	6 029	2 661
Cykler sedan senaste översyn	9 706	4 777
Gångtid efter senaste periodiska tillsyn, timmar	14	14

---

**Propeller**

Typcertifikatinnehavare	McCauley	
Typ	4HFR34C653	
Propeller	<i>Nr 1</i>	<i>Nr 2</i>
Serienummer	011389	911615
Total gångtid, timmar	3 457	9 592
Gångtid efter översyn, timmar	1 585	589

---

**Kvarstående  
anmärkningar**

Inga anmärkningar fanns noterade i flygplanets loggbok. Enligt uppgift från befälhavaren var anmärkningar från föregående flygning noterade i dokumentet ”Maintenance request”, se avsnitt 1.6.3-4.

---

Luftfartyget hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis (ARC).

**1.6.3 Föreskrifter avseende tekniska anmärkningar**

Av EU-kommissionens förordning (EG) 2042/2003, M.A. 403, framgår bl.a. att varje fel som inte åtgärdas före flygning ska noteras i operatörens tekniska journalsystem enligt M.A. 306 i samma förordning. Vidare framgår det att varje fel på ett luftfartyg som utgör en allvarlig fara för flygsäkerheten ska åtgärdas före fortsatt flygning samt att endast behörig certifierande personal, som huvudregel, kan göra en sådan bedömning av ett fel och därmed bestämma när och vilka korrigeringsåtgärder som bör vidtas innan ytterligare flygningar och vilka åtgärdanden av felen som kan senareläggas.

Det tekniska journalsystemet ska även vara så inrättat att kvarstående fel eller anmärkningar kan utläsas i HIL<sup>11</sup>, där det även ska framgå när felet ska åtgärdas.

---

<sup>11</sup> HIL (Hold Item List) – Lista med kvarstående tekniska anmärkningar.

I dokumentet ”Maintenance request”, återfanns följande tekniska anmärkningar gällande den aktuella flygplansindividen, (ES-PJR), daterat den 2 maj 2013:

- Replace circulation fan.
- Crew reported: RH propeller heating U/S. Investigate and rectify.
- Crew reported: Power Levers are in different position to maintain equal torque. Check and rectify.

Anm.

Punkten ovan avseende Power Levers (se 1.6.8) konstaterades härröra från riggningen av motorerna. Problemet åtgärdades och hade inte något samband med tillbudet.

#### **1.6.4 Operatörens hantering av tekniska anmärkningar**

Den aktuella operatören avviker från föreskrifterna i M.A. 306, se 1.16.3. Tekniska anmärkningar noteras normalt inte i flygplanets loggbok utan förs i stället över till ett dokument kallat ”Maintenance request”. Detta dokument skickas på lämpligt sätt till operatörens underhållsorganisation för beslut om åtgärd.

Piloterna är instruerade att inte skriva några tekniska anmärkningar innan det uppkomna felet/problemet har blivit bekräftat av en certifierad tekniker. De aktuella slingorna som operatörens flygplan ligger ute på i det svenska linjenätet, innebär i genomsnitt att flygplanen möter en tekniker en gång per vecka.

Operatören har uppgett att systemet i huvudsak fungerar bra och att det endast vid ett fåtal tillfällen uppstått missförstånd. Anledningen till att piloterna inte ska skriva in de tekniska anmärkningarna i loggboken är - enligt uttalande från operatörens företrädare - att detta medför en ökad risk för att ett flygplan då kan bli stående på marken.

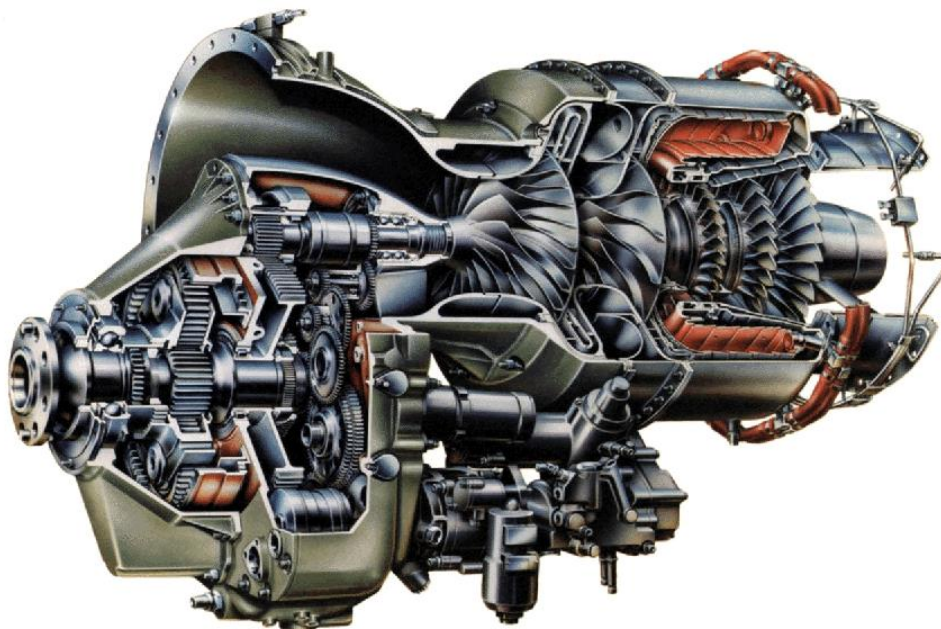
#### **1.6.5 Turbopropmotor**

Turbopropmotorn, av typ TPE 331-12UHR-702H, består av en turboaxelmotor som är sammankopplad med en propellerväxel. Motor och propellerväxel utgör tillsammans ett integrerat drivsystem för propellern.

#### **1.6.6 Turboaxelmotor**

Turboaxelmotorn (figur 3) har en rotoraxel med dubbla centrifugalkompressorer och en trestegsturbin samt däremellan en brännkammare. Motorvarvet styrs av motorns bränslekontroll (Fuel Control Unit – FCU) som reglerar bränsleflödet från två bränslepumpar till bränslespridarna i motorns brännkammare. FCU har en mekanisk reglerfunktion som automatiskt levererar ett bestämt bränsleflöde (Fuel Flow – FF) till motorn för inställda varvtal och motoreffekter. FCU manövreras med ett reglage (Power Lever) i

förarkabinen men får också signaler från en varvtalsreglerare (Speed Governor) samt sensorer som mäter tryck och temperatur i motorns luftintag och turbinutlopp.



Figur 3. TPE 331-12UHR-702H. Foto: Honeywell.

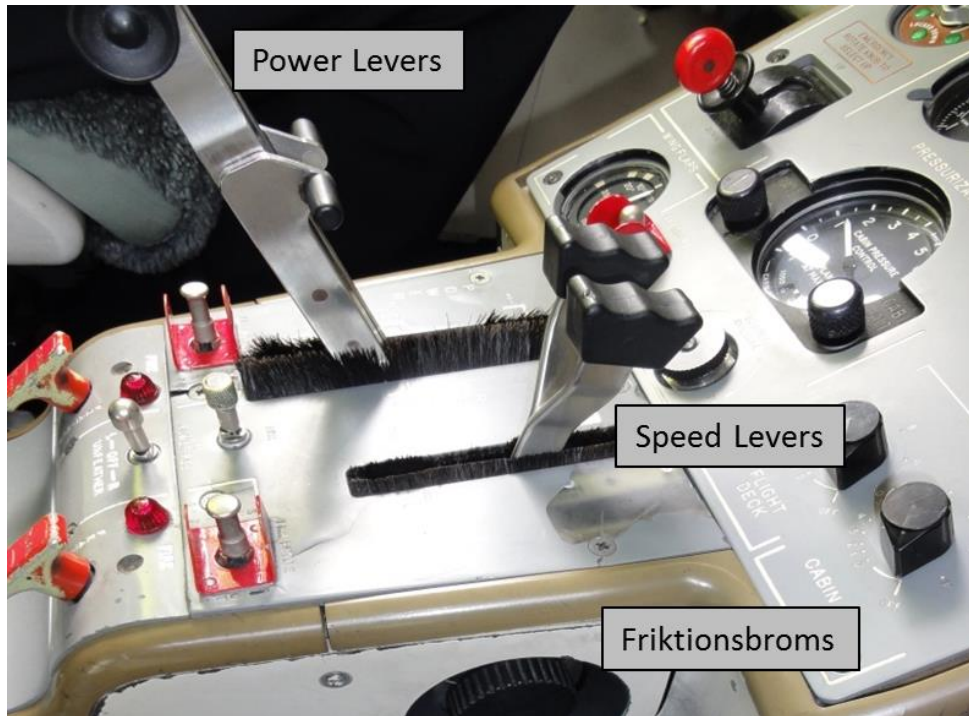
### **1.6.7 Propellerväxel och propeller**

Propellerväxeln utgörs av en planetväxel som växlar ner varvtalet på den utgående axeln från turboaxelmotorn till propellerns varvtal med förhållandet ca 26:1. På propelleraxeln sitter en fyrbladig propeller med omställbar bladvinkel. Omställning av bladvinkeln styrs av en kontrollenhet (Propeller Governor) i propellerväxeln. Motor- och propellervarvtalet presenteras i procent (%) där 100 % motsvarar ett propellervarvtal på 1591 varv per minut (Revolutions Per Minute – RPM).

### **1.6.8 Reglage för reglering av motorvarv och motoreffekt**

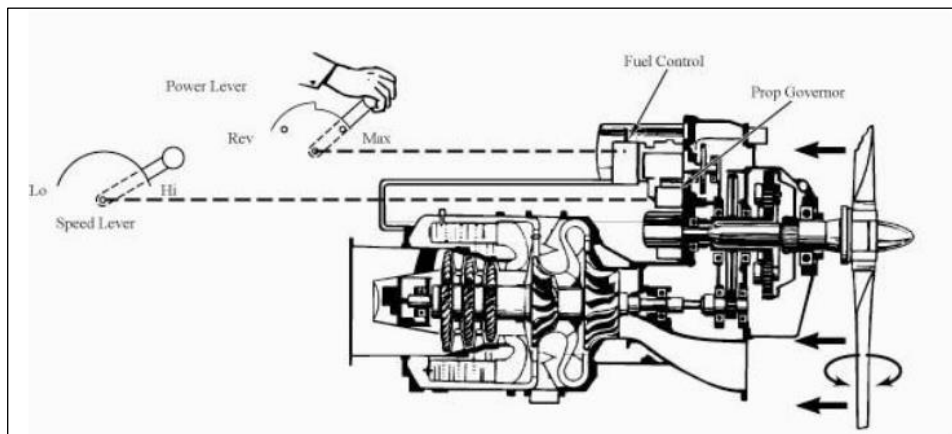
Reglering av varvtal (RPM) och motoreffekt (Tq - Torque) görs av förarna med ett motorreglage för respektive motor, RPM Lever (även benämnd Speed Lever) och Power Lever, placerade i en konsol mellan sätena i förarkabinen. Reglageparen har vardera en mekanisk friktionsbroms som kan manövreras av förarna med en ratt. För RPM Levers sitter ratten på konsolens högra sida. För Power Levers sitter ratten på konsolens vänstra sida. Se figur 4.





Figur 4. Power Lever och RPM Lever (Speed lever).

RPM Lever och Power Lever är mekaniskt kopplade till respektive Propeller Governor och FCU, se figur 5. RPM Lever manövreras normalt inom två varvtalsområden, ett lågt – TAXI (Low) RPM (55 % - 72 %) och ett högt – FLIGHT (High) RPM (96 % - 100 %).



Figur 5. Motorreglage. Foto: Honeywell.

Motormanövrering med reglagen (figur 5) RPM Lever och Power Lever sker i två operativa lägen (Modes):

1. "Beta Mode" - vid motormanövrering när flygplanet befinner sig på marken.  
 I detta läge justeras varvtal och propelleromställning i princip manuellt med de två reglagen. Propellerbladvinkeln kan regleras så att negativ dragkraft erhålls (s.k. reversering). För att nå reverseringsläge måste en mekanisk spärr på Power Lever lyftas och reglaget föras bakåt.

2. "Propeller Governing Mode" - vid motormanövrering under flygning.

I detta läge ställs RPM in med RPM Lever och motorns dragkraft med Power Lever. Dragkraftsförändringar sker vid konstant RPM genom förändring av FF, Fuel Flow (bränsleflöde), och omställning av propellerbladens vinkel. Omställningen sker automatiskt via Propeller Governor. Motorns dragkraft mäts som vridmoment (Tq) i propelleraxeln vid FLIGHT RPM.

### **1.6.9 Kontroll av motoreffekten under flygning (Power Management)**

Vid start och under flygning ska RPM Lever vara framfört till ett läge för högt varvtal, motsvarande 96 % – 100 % RPM. I "Propeller Governing Mode" kontrolleras motorns dragkraft endast med Power Lever som påverkar FF till motorn via en ventil i FCU, benämnd Main Metering Valve (MMV). Om FF ökas reglerar Propeller Governor automatiskt propellerbladsvinkeln så att dragkraften ökar utan att inställt RPM ändras.

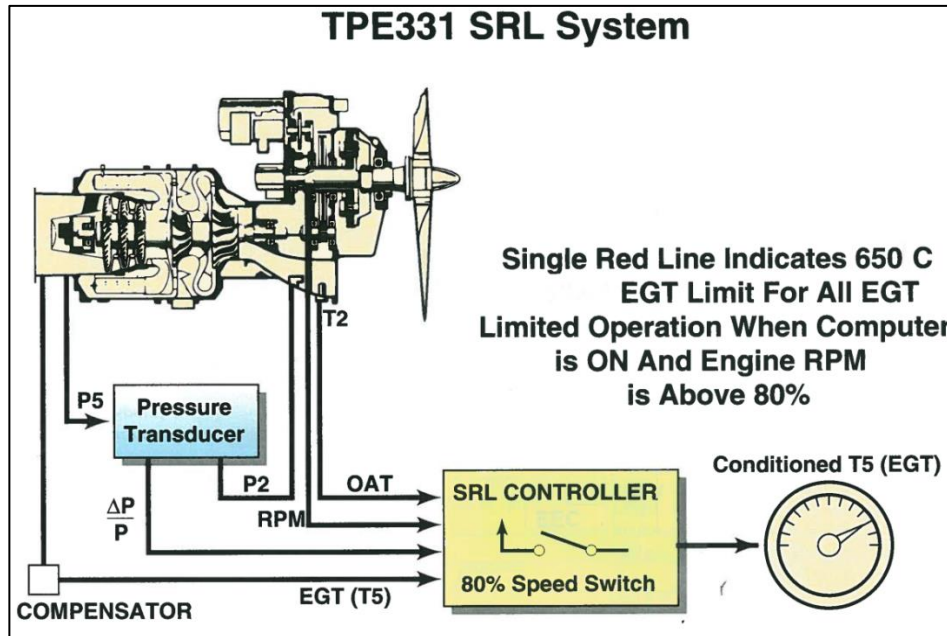
För att undvika motorpumpning i samband med ökat varvtal och ökad motoreffekt finns en RPM-beroende reglerfunktion benämnd accelerationskurva. Denna funktion tillåter endast ett visst maximalt FF till motorn, beroende på aktuellt RPM. Accelerationskurvan är en integrerad funktion i FCU.

### **1.6.10 Single Red Line System**

Single Red Line (SRL) System är en funktion som underlättar för förarna att inte överskrida max tillåten turbininloppstemperatur under flygning.

Motorns utloppstemperatur (Exhaust Gas Temperature - EGT) påverkas externt av flera faktorer. SRL System korrigerar den ursprungliga EGT-signalen till ett korrigerat EGT-värde (Compensated eller Conditioned EGT) vilket representerar turbininloppstemperaturen och som presenteras på ett instrument i förarkabinen.

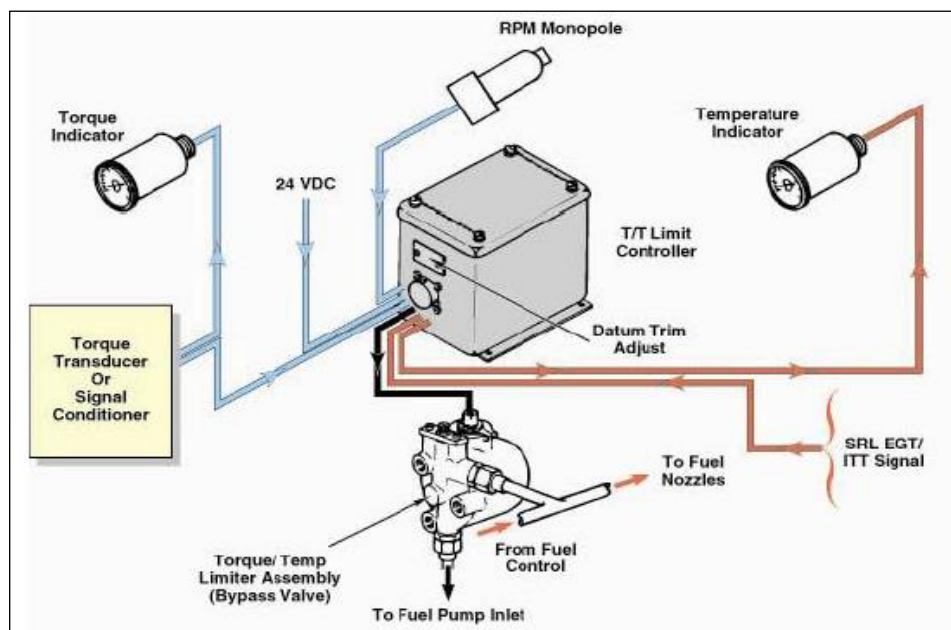
SRL System får information från ursprungligt EGT, inloppstemperatur (T2), RPM, totaltryck i motorns inlopp (PT2) och statiskt tryck i brännkammaren (PS5). Se figur 6.



Figur 6. TPE331 SRL System. Foto: Honeywell.

### 1.6.11 Torque/Temperature Limiting System

Motortypen är utrustad med ett system benämnt, Torque/Temperature Limiting (TTL) System, vilket ska förhindra att Tq och EGT överskrider sina respektive maximalt tillåtna värden under drift. Systemet består av en kontrollenhet, T/T Limit Controller, vilken registrerar RPM, Tq och Compensated EGT. Om något eller båda av dessa maxvärden överskrids minskar systemet FF till bränslespridarna via en bränsleventil, Torque/Temp Limiter Assembly (Bypass Valve) varvid Tq och EGT minskar. RPM bibehålles konstant via Propeller Governor, se figur 7.



Figur 7. TTL System. Foto: Honeywell.

### 1.6.12 Propellersynkroniseringsystem

Flygplanstypen är utrustad med ett system för automatisk synkronisering av motorernas varvtal under flygning (Propeller Synchronizing System). Avsikten med systemet är undvika att ”svängningar” uppstår i ljudet från de två propellrarna under flygning, vilket bl.a. kan uppfattas som störande för de ombordvarande i kabinen. Systemet får inte användas under start och landning och kan justera motorvarvtalet med högst  $\pm 0,5$  % RPM.

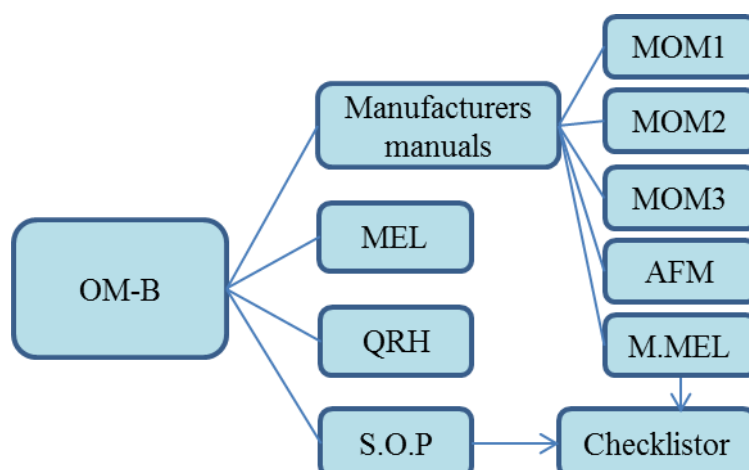
### 1.6.13 Manualer och operativa rutiner

Den manual som finns till hands i ett flygbolag och till vilken piloter främst kan vända sig angående flygoperativa frågor kallas OM-B, Operating Manual B. Inom AVIES manualträd hänvisar OM-B i sin tur till fyra underliggande dokument (se även figur 8).

- Manufacturers manuals (tillverkarens manualer).
- MEL Minimum Equipment List (ett dokument som visar lägsta nivå utrustningsmässigt för att luftfartyget ska kunna opereras).
- QRH Quick Reference Handbook (handbok vid nödförfarande).
- S.O.P Standard Operating Procedures (I bolaget fastställda rutiner och procedurer att följa).

Manufacturers manuals består i sin tur av ett antal olika skrifter;

- AFM Aircraft Flight Manual.
- MOM1 Manufacturers Operating Manual 1.
- MOM2 Manufacturers Operating Manual 2.
- MOM3 Manufacturers Operating Manual 3.
- M.MEL Master Minimum Equipment List.



Figur 8. AVIES manualträd. Källa: AVIES OM-B.

Under utredningens gång har det varit av intresse att undersöka vad piloterna hade för stöd i manualerna vad gäller instruktioner i hur man använder varvtalsreglagen ”RPM Levers”. Vid en jämförelse mellan fyra olika skrifter, vilka AVIES hänvisar piloterna till, står det klart att det inte råder samstämmighet i dessa instruktioner.

Haverikommissionen har, baserat på de olika skrifterna, gjort en sammanställning enligt figur 9. Det är främst skillnaderna vid fasen ”Före Take-Off” som är av intresse. Vissa av dessa skilda benämningar återfinns även i AFM.

Fas i flygningen.	AFM.	MOM1.	S.O.P ur OM-B rev 2.	Checklista
Före start	Taxi	Taxi	SET	SET
Efter start	-	-	-	-
Taxi	-	-	Taxi position	-
Före Take-Off	Fully advanced	Fully advanced	HIGH resp. FLIGHT	Max

Figur 9. Tabell avseende benämningar.

I praktiken följer piloter, oavsett flygbolag, de flygoperativa rutiner och procedurer som finns i S.O.P, Standard Operating Procedures. Vanligtvis lyfts denna skrift ut som ett fristående dokument i syfte att vara lätt tillgänglig för piloterna såväl vid normala operationer som under utbildning.

#### **1.6.14 AVIES S.O.P. för den aktuella starten**

Enligt AVIES S.O.P. var det den biträdande förarens uppgift att utföra vissa åtgärder enligt checklistan före start. De innefattade bl.a. att föra fram RPM Levers till HIGH. I dokumentet kan utläsas att bolaget använder sig av två olika benämningar för denna procedur. Initialt benämns det som HIGH men senare i instruktionerna används ordet FLIGHT. Oavsett benämning ska åtgärden enligt AVIES S.O.P. medföra att varvtalet på båda motorerna ska vara 96 % då gasreglagen (Power Levers) står i ground idle.

När den biträdande föraren annonserat att denne utfört samtliga punkter enligt checklistan, och startklarering erhållits från tornet, ska befälhavaren annonsera att han avser att påbörja starten genom att säga ”rolling” (rullar). I och med detta ska den biträdande föraren konfirmera att varvtalsinstrumenten (RPM), till följd av det ökade gaspådraget, visar 100 %. Därpå justerar han, om nödvändigt, gasreglagen till det förutbestämda och önskade vridmomentet (torque). Den biträdande föraren fortsätter därefter, och igenom hela starten, att övervaka instrumenten för att säkerställa att de visar normala värden.

Enligt uppgifter från besättningen har denna procedur följts vid den aktuella starten, som i övrigt utförts i enlighet med S.O.P.

#### **1.6.15 Nödchecklista**

Nödchecklistan på J32 benämns QRH (Quick Reference Handbook) och utgör det dokument där förarna hämtar instruktioner och information vid nöd eller onormala situationer med luftfartyget. Den vid tillfället aktuella QRH innefattar procedurer och åtgärder vid felfunktioner för flygplanets samtliga system.

Vissa av procedurerna är av ”memory item”- karaktär, vilket innebär att förarna ska kunna dessa procedurer utantill. Det finns ett antal procedurer i checklistan för J32 som, helt eller delvis, är klassificerade som memory items. För fallet med oscillerande dragkraft på en eller två motorer finns en lista med åtgärder under punkten 8.1 i operatörens QRH se figur 10. Åtgärderna är uppdelade i dels förfarande för ”Erratic Torque/EGT, dels ”Erratic RPM”. Ingen av dessa procedurer är emellertid markerad som ”memory items”.

Vid det aktuella tillbudet uppgav befälhavaren att han kontrollerat RPM och reducerat effekten samt stängt av TTL-systemet. Befälhavaren hävdade att hans långa erfarenhet av flygplanstypen var anledningen till att han vidtog just dessa åtgärder.

<b>ERRATIC ENGINE INDICATION 8.1</b>	
<b><u>ERRATIC TORQUE/EGT</u></b>	
BOTH RPM LEVERS.....	FULLY FORWARD
AFFECTED POWER LEVER.....	RETARD
PROP SYNC .....	OFF
TTL .....	OFF
MONITOR TORQUE AND EGT AND ENGINE RESPONSE.	
IF SITUATION DETERIORATES OR IF TORQUE FLUCTUATIONS EXCEED $\pm 7.5\%$ (15% TOTAL) AND IS CONFIRMED BY AIRCRAFT RESPONSE.	
FEATHER LEVER.....	TURN/PULL
PROCEED TO EMERGENCY DRILL:	ENGINE FAILURE OR IN-FLIGHT SHUT DOWN
<b>ERRATIC RPM 8.1</b>	
IF RPM FLUCTUATIONS EXCEED $\pm 7.5\%$ (15% TOTAL) AND IS CONFIRMED BY ENGINE NOISE:	
PROP SYNC.....	OFF
FEATHER LEVER.....	TURN/PULL
PROCEED TO EMERGENCY DRILL:	ENGINE FAILURE OR IN-FLIGHT SHUT DOWN

Figur 10. Utdrag ur QRH.

## 1.7 Meteorologisk information

Enligt uppgifter från flygplatsen: Vind 100°, 02 knop, CAVOK, temperatur/daggpunkt -4/-9 °C, QNH 1016 hPa.

Ingen nederbörd hade förekommit i anslutning till händelsen eller under själva starten. Då flygplanet hade stått i hangar under natten fanns ingen anledning till avisning. Manöverområdet var rent från is och snö. Rullbanan hade goda bromsvärden.

## 1.8 Navigationshjälpmedel

Inte aktuellt.

## 1.9 Radiokommunikationer

Haverikommissionen har tagit del av kommunikationen mellan flygplanets besättning och flygledaren. Den del av kommunikationen som är av intresse för utredningen redovisas på engelska i tabellen nedan.

Tid	Station	Kommunikation
05:21:50	ES-PJR	Avies 2071, mayday, mayday, mayday. Left engine is not working properly. We are coming back for landing now.
05:21:59	Tornet	Avies 2071 copy that. You are on one engine now?
05:22:04	ES-PJR	Negative (only) not working properly.
05:23:30	Tornet	Avies 2071, just to clarify. Do you declare an emergency?
05:23:36	ES-PJR	Affirm, Avies 2071.
05:23:39	Tornet	Avies 2071. And fire and rescue is standing by and I will alert the external forces.

Figur 11. Tabell över valda delar av radiokommunikation mellan flygplanet ES-PJR och tornet.

## 1.10 Flygfältsdata

Flygplatsen hade status enligt AIP<sup>12</sup> Sverige/Sweden.

## 1.11 Färd- och ljudregistratorer

### 1.11.1 Färdregistratorer

Flygplanet var utrustat med en färdregistrator (FDR<sup>13</sup>) av typ Fairchild F1000 med kapacitet att registrera upp till 19 olika parametrar. Information från de senaste 25 registrerade timmarna sparas digitalt i en skyddad minnesenhet.

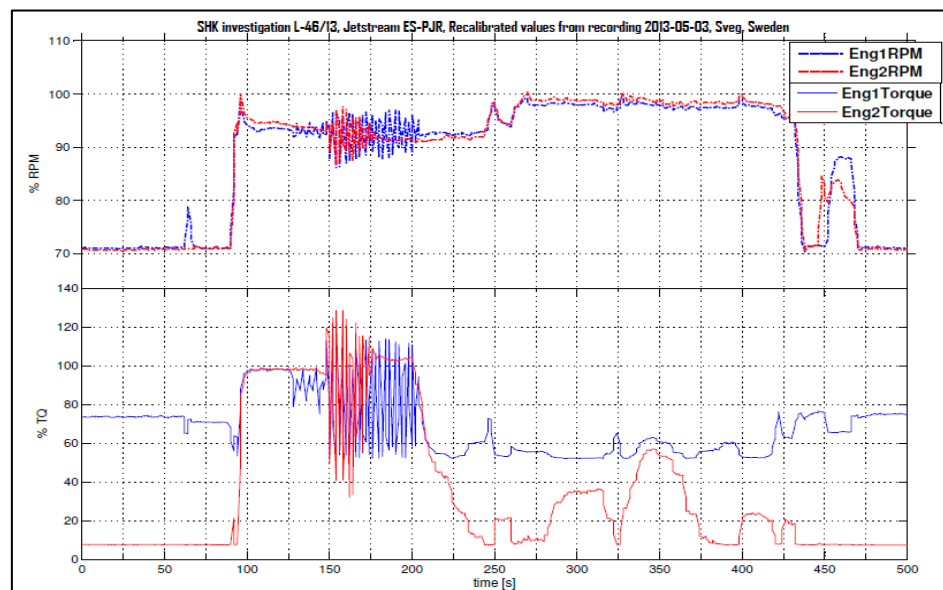
<sup>12</sup> AIP (Aeronautical Information Publication) - Luftfartsinformation av varaktig natur.

<sup>13</sup> FDR (Flight Data Recorder) - Färdregistrator.

Data från den aktuella flygningen har registrerats och sparats. Vid analys av denna information visade det sig att operatören saknade nödvändig och obligatorisk dokumentation för att konvertera den digitalt sparade informationen till ingenjörstorheter. Vid användning av flygplanstillverkarens standarddokumentation visade det sig vidare att vissa parametrar uppvisade orealistiska värden som initialt var oanvändbara.

Haverikommissionen har inte lyckats få fram erforderlig dokumentation för denna konvertering. För att kunna använda den tillgängliga FDR-informationen om motorernas RPM och Tq under flygningen har ett särskilt korrektionspolynom för dessa parametrar tagits fram. Med hjälp av det har ursprungliga, och delvis felaktiga FDR-värden, kunnat korrigeras till relevant prestandainformation. Tillvägagångssättet för hur denna tabell tagits fram redovisas i avsnitt 1.16.3.

Med användning av denna tabell har nedanstående graf (figur 12), som visar motorernas RPM och Tq från taxning före start till landning, tagits fram.



Figur 12. FDR-utskrift av korrigerat RPM och Tq.

Grafen visar att RPM på båda motorerna, ungefär vid tiden 90 sekunder, ökade från tomgångsvarvtalet, ca 72 %, till ett högsta värde på ca 100 %, för att sedan sjunka till ca 95 %. Därefter sjönk RPM långsamt till ca 94 %. RPM på vänster motor följde ungefär samma profil men var något lägre.

Ungefär vid tiden 125 sekunder började både RPM och Tq att oscillera (pendla) på vänster motor. Efter ungefär 35 sekunder ökade amplituden på oscillationerna markant samtidigt som liknande oscillationer startade även på höger motor, i både RPM och Tq.



Vid tiden kring 210 sekunder upphörde oscillationerna i båda motorerna och motorvarvet stabiliserades på ca 93 %, samtidigt som Tq sjönk markant.

### **1.11.2 Ljudregistrator**

Flygplanet var utrustat med en ljudregistrator (CVR<sup>14</sup>) av typen Fairchild A100A. Ljud från mikrofoner i förarkabinen spelas in och sparas på ett skyddat magnetband. Bandet består av en sluten slinga med 30 minuters inspelningstid. Allt inspelat ljud från den aktuella flygningen blev emellertid överspelat då strömförsörjningen till ljudregistratorn inte bröts efter avslutad flygning.

I operatörens driftshandbok, OM A<sup>15</sup> sektion 11, finns instruktioner – riktade till såväl piloter som underhållspersonal – att bryta strömförsörjningen till flygplanets CVR vid tillbud som bedöms vara ”allvarliga” för att undvika att lagrad information spelas över när enheten åter strömsätts.

Vid det aktuella tillbudet filmades starten av en passagerare med mobiltelefon. Förutom filmsekvensen har det inspelade ljudet använts av haverikommissionen för analys av vissa delar i händelseförloppet.

### **1.12 Plats för händelsen**

Tillbudet inträffade strax öster om Svegs flygplats, efter start från bana 09, i ungefärlig position N62025, E01425 och på cirka 500 fots höjd (150 meter). Landning utfördes utan ytterligare problem på bana 09 efter ca sex minuters flygning.

### **1.13 Medicinsk information**

Ingenting har framkommit som tyder på att förarnas psykiska eller fysiska kondition varit nedsatt före eller under flygningen.

### **1.14 Brand**

Brand uppstod inte.

### **1.15 Överlevnadsaspekter**

En situation med motorstörningar på båda motorerna omedelbart efter start är en mycket allvarlig händelse. Flygplanet var relativt tungt lastat och befann sig i ett lågt fartområde. Området runt flygplatsen erbjuder inga lämpliga platser för en kontrollerad nödlandning.

#### **1.15.1 Räddningsinsatsen**

Bestämmelser om räddningstjänst finns framför allt i lagen (2003:778) om skydd mot olyckor (LSO) och förordningen (2003:789) om skydd mot olyckor (FSO).

<sup>14</sup> CVR (Cockpit Voice Recorder) –ljudregistrator.

<sup>15</sup> OM A (Operations Manual) – driftshandbok.

Med räddningstjänst avses, enligt 1 kap. 2 § första stycket LSO, de räddningsinsatser som staten eller kommunerna ska ansvara för vid olyckor och överhängande fara för olyckor för att hindra och begränsa skador på människor, egendom eller miljön. Staten ansvarar för fjällräddningstjänst, flygräddningstjänst, sjöräddningstjänst, miljöräddningstjänst till sjöss, räddningstjänst vid utsläpp av radioaktiva ämnen samt efterforskning av försvunna personer i vissa fall. I andra fall ansvarar respektive kommun för räddningstjänst (3 kap. 7 § LSO).

Strax efter start meddelades från luftfartyget ”MAYDAY MAYDAY”. Besättningen rapporterade till flygledaren i tornet (TWR<sup>16</sup>) att de hade problem med vänster motor och avsåg att återvända till flygplatsen. Flygledaren larmade flygplatsens räddningstjänst med varningslarm, fara för haveri, och brandfordon med personal ställde sig i beredskap på förutbestämd plats.

Flygledaren ringde SOS Alarm enligt checklistan och begärde ett trepartssamtal med Sjöfartsverkets sjö- och flygräddningscentral (JRCC<sup>17</sup>). Under pågående telefonsamtal landade flygplanet normalt och taxade utan problem in till flygplatsens terminal.

Ingen räddningsinsats behövde genomföras och larmningen av ytterligare räddningsresurser avbröts.

Nödsändaren (ELT<sup>18</sup>) av typ PN: 500-12Y aktiverades inte vid tillbudet.

## **1.16 Särskilda prov och undersökningar**

### **1.16.1 Teknisk undersökning**

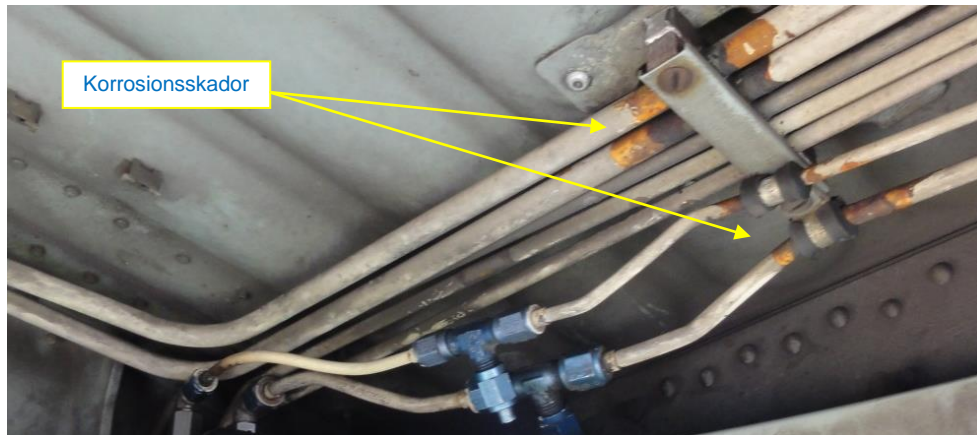
Efter tillbudet utfördes en teknisk inspektion av flygplanet i närvaro av utredare från haverikommissionen. Undersökningen inleddes med att motorerna provkördes på marken. Inget fel eller onormalt kunde då konstateras. Flygplanet undersöktes därefter av en certifierad tekniker med avsikt att finna eventuella tekniska fel eller brister som skulle kunna ha påverkat händelseförloppet. Vid undersökningen noterades korrosionsskador i flygplanets rörintallationer, se figur 13.

---

<sup>16</sup> TWR (Aerodrome Control Tower) - flygledartorn.

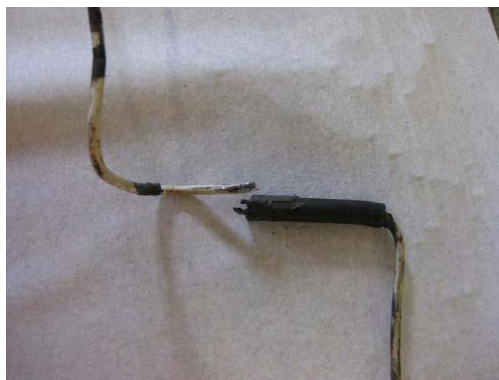
<sup>17</sup> JRCC (Joint Rescue Coordination Centre).

<sup>18</sup> ELT (Emergency Locator Transmitter) - nödsändare.

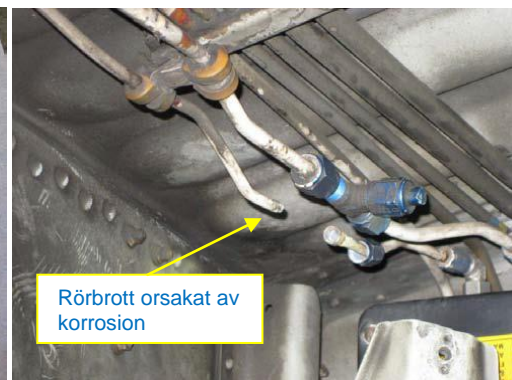


Figur 13. Område i flygplanets rörinstallation där korrosion påträffades.

Rörförbindelsen för totallufttrycket vid båda motorernas inlopp (PT2) var skadad på båda motorerna. Röret till vänster motor var avbrutet och provisoriskt reparerat med en bit gummislang. Röret till höger motor läckte vid en koppling. När kopplingen lossades brast röret till följd av korrosion, se figur 14 och 15.



Figur 14. PT2-rör till vänster motor.



Figur 15. PT2-rör till höger motor.

Vidare konstaterades att rörförbindelserna för det statiska lufttrycket vid båda motorernas utlopp (PS5) var otäta samt att rören innehöll en viss mängd vatten. Inga övriga defekter konstaterades vid tillfället.

Haverikommissionen har låtit analysera skadorna och deras eventuella inverkan på händelsen. Analysen redovisas i avsnitt 1.16.10.

### 1.16.2 *Analys av motorljud*

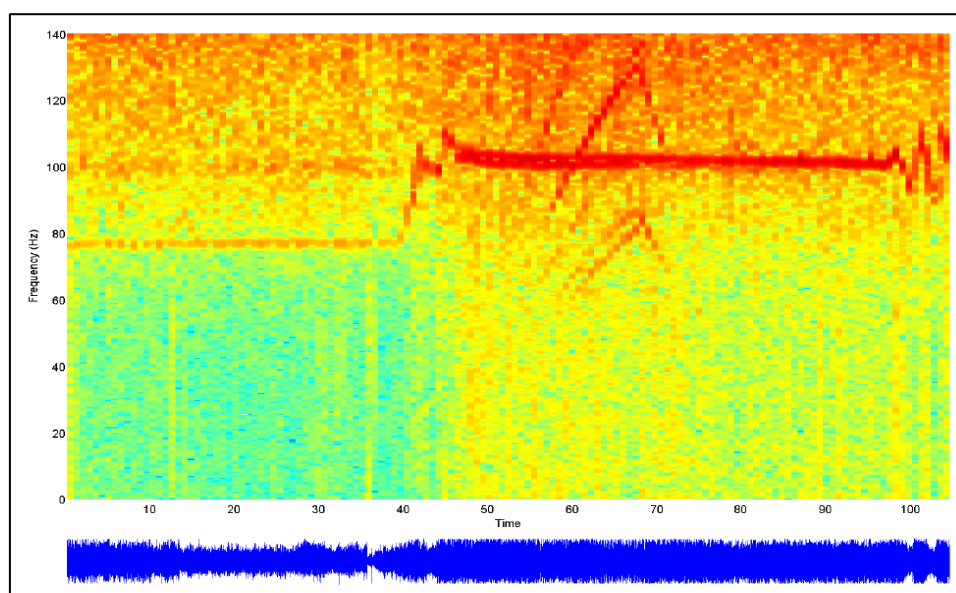
Det aktuella startförloppet och även landningen videofilmades av en passagerare som satt på en fönsterplats vid vänster motor. Startförloppet omfattar flygplanets uppställning på banan för start samt det inledande startförloppet till dess oscillationerna i varvtal, RPM, börjar. Landningen omfattar finalen och själva landningen samt motoravdrag.

Filmerna innehåller också ett tydligt motor/propellerljud. I avsikt att få fram information om motorernas RPM har haverikommissionen låtit analysera det inspelade motorljudet vid ett ljudlaboratorium. Analysen visar att ljudet har en grundton (huvudfrekvens) som till stor del

härör från de luftstötter som uppstår när propellerbladstopparna (fyra stycken per motor) passerar flygplanskroppen.

Grundtonen mäts i antal svängningar per sekund (Hertz - Hz). Via grundtonen på det inspelade ljudet kan det aktuella propellervarvtalet, i varv per minut (RPM), räknas fram med formeln:  $RPM = (Hz/4) * 60$ . Varvtalet 1591 RPM motsvarar 100 % RPM på motorinstrumenten i förarkabinen.

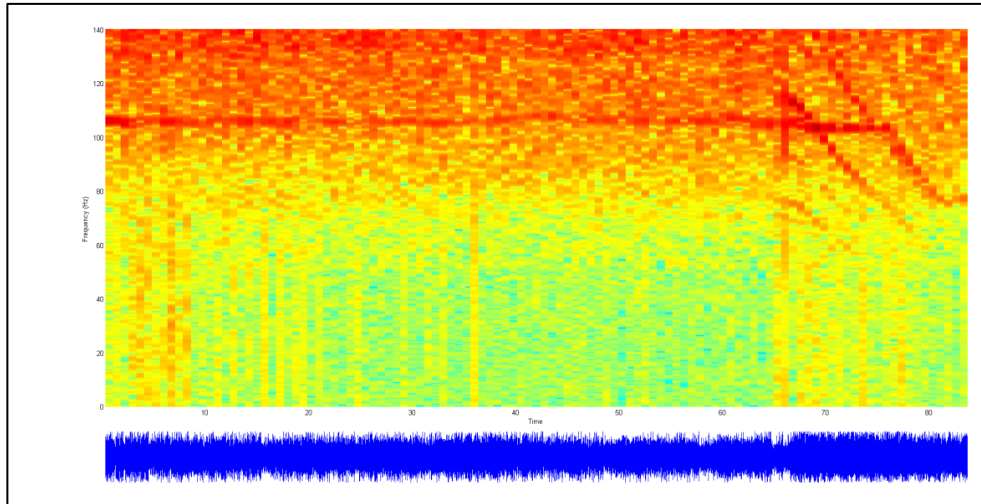
Nedanstående spektrogram (figur 16) visar grundtonen på det inspelade propellerljudet under drygt 100 sekunder av startförloppet.



Figur 16. Spektrogram av propellerljudet under startförloppet.

Spektrogramet visar en grundton (eller två nästan sammanfallande grundtoner) vars frekvens ökade vid tiden kring 40 sekunder från ca 77 Hz (1155 RPM, 73 %) till ca 109 Hz (1635 RPM, 103 %) vid tiden 46 sekunder för att två sekunder senare sjunka till 102 Hz (1530 RPM, 96 %). Därefter fram till tiden 97 sekunder sakta sjunka till ca 100 Hz (1500 RPM, 94 %). Vid tiden kring 100 sekunder började frekvensen att oscillera med ökande amplitud.

Nedanstående spektrogram (figur 17) visar grundtonen på det inspelade propellerljudet under landningen.



Figur 17. Spektrogram av propellerljudet under landningen.

Spektrogrammet visar en relativt jämn och stabil grundton på 106 Hz (1590 RPM, ~100 %) som mot slutet sjunker snabbt i samband med gasavdrag.

### 1.16.3 *Korrigerig av FDR-data*

Det korrektionspolynom för FDR-data som använts i denna utredning har, kortfattat beskrivet, tagits fram enligt följande:

Den aktuella FDR-enheten återmonterades i flygplanet. Därefter kördes motorerna på marken enligt ett särskilt framtaget program. Körschemat omfattade ett antal prestandapunkter inom normala varvtals- och effektområden. Parallellt med den registrering som gjordes i FDR utfördes, för varje prestandapunkt, en manuell avläsning och dokumentation av de värden som visades på instrumenten i förarkabinen.

Efter körningen jämfördes dessa två registreringar och korrektionsfaktorer kunde räknas fram för varje prestandapunkt. Med hjälp av dessa har ett korrektionspolynom för hela driftsområdet kunnat tas fram. Genom att använda detta för att korrigera de FDR-data som laddats ner från den aktuella flygningen har användbar information om motorernas RPM och Tq erhållits.

Haverikommissionen är medveten om att denna ”praktiska” metod för att kompensera för den bristande dokumentationen om FDR-systemet kan ha vissa felkällor, vilket har beaktats i analysen i avsnitt 2.

### 1.16.4 *Bränsle- och oljeanalyser*

Bränsle från flygplanets fyra bränsletankar har analyserats med avseende på gällande specifikation för Jet A1. Olja från båda motorerna har analyserats. Motorernas olje- och bränslefilter har demonterats och undersökts. Arbetet har utförts av ett materiallaboratorium vars slutrapport sammanfattas nedan:

- Samtliga bränsleprover uppfyller gällande specifikation för Jet A1 förutom att mängden fasta partiklar, av såväl metalliskt som icke metalliskt material, i tre av bränsleproverna ligger något över gällande specifikation.
- Oljeprover från båda motorerna uppfyller ordinarie specifikation för aktuell typ av flygmotorolja.
- Bränslefilter från motorerna uppvisar förekomsten av fasta partiklar, av såväl metalliskt som icke metalliskt material. Mängden partiklar bedöms inte vara så stor att bränsleflödet begränsats, eller att allvarlig tryckförlust uppstått över filtret.
- Oljefilter från motorerna uppvisar förekomsten av fasta partiklar, av såväl metalliskt som icke metalliskt material. Mängden partiklar bedöms inte vara så stor att oljeflödet begränsats, eller att allvarlig tryckförlust uppstått över filtret.

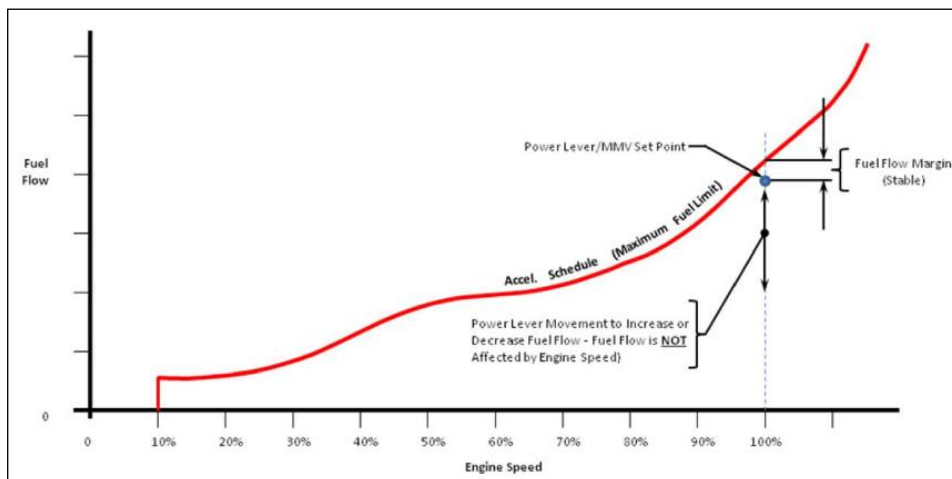
#### ***1.16.5 Tidigare fall med oscillationer i RPM och Tq under start***

Vid en haveriundersökning (NTSB rapport AAR-88/06) av en olycka med en Jetstream 31, som inträffade den 26 maj 1987 i New Orleans i USA, konstaterades att flygplanet under starten hade fått kraftiga oscillationer i motorernas RPM och Tq. Förarna reducerade då dragkraften på båda motorerna till tomgång och avsåg att landa på den återstående delen av startbanan. Flygplanet körde dock av banan och hamnade utanför flygplatsområdet med allvarliga konsekvenser som följd.

I samband med undersökningen av det tillbudet gjorde motortillverkaren Garret (numera Honeywell) och flygplanstillverkaren BAe en omfattande analys av möjliga konsekvenser om starten sker med för lågt RPM.

Det framkom då att obalans mellan FCU och Propeller Governor kan uppstå om RPM inte är tillräckligt högt när hög motoreffekt ställs in. Resultatet kan bli kraftiga oscillationer i RPM och propellerinställningen och därmed i motorns dragkraft (Tq).

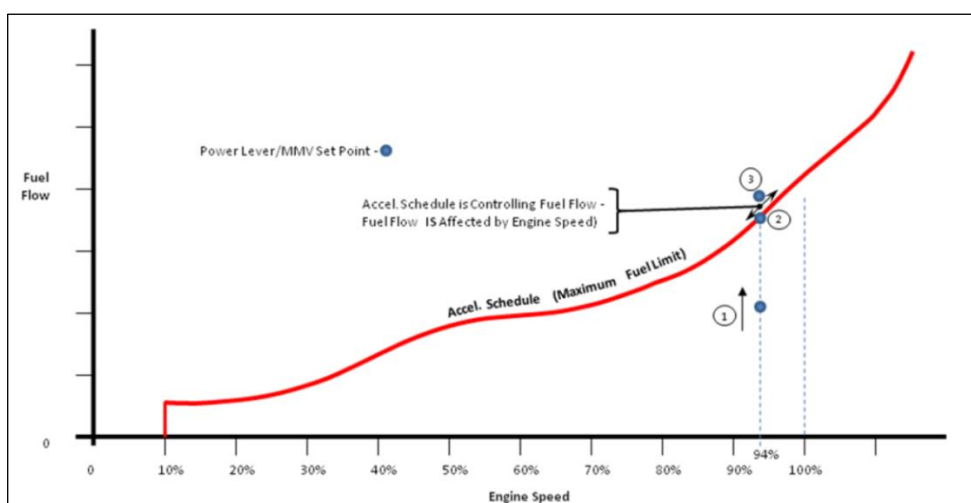
Som nämnts i avsnitt 1.6.9 tillåter accelerationskurvan ett visst maximalt bränsleflöde (FF) till motorn under acceleration beroende på inställt RPM. Vid normala driftförhållanden, när motorn opererar stabilt med ett konstant RPM, regleras FF med Main Metering Valve (MMV) via Power Lever. Vid 100 % RPM finns en viss marginal mellan det FF som ansatts via Power Lever och max tillåtet FF enligt accelerationskurvan (den vertikala prickade linjen vid 100 % i figur 18 nedan). Motorn opererar då i ett stabilt motoreffektsläge.



Figur 18. Stabilt driftsläge. Foto: Honeywell.

Om RPM Lever är ställd i ett läge som motsvarar lägre än 100 % RPM kommer motorn att operera stabilt så länge som Power Lever ansätts i ett lågt eller måttligt effektläge. MMV-läget ligger då under accelerationskurvan enligt punkt 1 i figur 19 nedan. I detta läge finns utrymme för Propeller Governor att justera avvikelse från inställt RPM genom omställning av propellerbladsvinkeln.

Om Power Lever, med samma RPM, förs fram till hög effekt (starteffekt), som punkt 3, kommer MMV-läget stiga och nå accelerationskurvan i punkt 2 varvid FF kommer att minska. Genom att accelerationskurvan är en funktion av RPM kommer varje förändring av RPM, via Propeller Governor, orsaka en variation av FF enligt accelerationskurvan. Eftersom då både Propeller Governor och accelerationskurvan samtidigt strävar efter att kontrollera motorn, via RPM och FF, uppstår ett instabilt driftsläge i form av svängningar i RPM och Tq.



Figur 19. Instabilt driftsläge. Foto: Honeywell.

Det instabila driftsläget kan återföras till ett stabilt driftläge under accelerationskurvan om RPM ökas med hjälp av RPM Lever eller om motoreffekten minskas med hjälp av Power Lever.

Om ingen förändring görs fortsätter oscillationerna och kan aktivera TTL-systemet om maximalt tillåtna värden för EGT eller Tq överskrids (se avsnitt 1.6.9). TTL-systemet kommer då att, till och från, ”strypa” bränsletillförseln till motorn och blir därigenom ytterligare en faktor som bidrar till det instabila driftsläget.

Att denna situation kan uppstå har verifierats vid praktiska prov som motortillverkaren utfört. Man har då konstaterat att sådana oscillationer i vissa lägen kan divergera och resultera i mycket kraftiga pendlingar i motorns dragkraft.

Som ett resultat av dessa undersökningar har motortillverkaren höjt lägsta tillåtna inställning av RPM i Propeller Governing Mode under flygning, från 94,5 % - 95,5 % till 95,5 % - 96,0 %.

#### **1.16.6 Av typcertifikatinnehavarna vidtagna åtgärder**

Flera fall av tillbud av denna typ har under årens lopp rapporterats till tillverkarna vilka bl.a. förtydligat handhavandet av RPM Lever enligt följande:

Manufacturers Operating Manual (MOM) – Normal Procedures Section:

- “Advance both RPM levers to the fully forward position. Observe the RPM increase to between 96% and 97%; 100% RPM will not be achieved until POWER levers are advanced. Verify RPM at 100%”.

Flight Manual - Limitations Section Take-off RPM:

- “Take-off with less than 100% RPM is not permitted”.

Flight Manual – Normal Procedures Section:

- “RPM levers..... Fully advanced”.

TPE331 Engine Installation Manual:

- “CAUTION: ENGINE SPEED CONTROL LEVER MUST BE IN HIGH POSITION OR TORQUE FLUCTUATIONS MAY OCCUR”.

Efter det aktuella tillbudet har Honeywell publicerat Pilot Advisory Letter No PA331-09 (figur 20). Att notera i synnerhet är den inringade texten.





 111 South 34th Street  
 P.O. Box 52181  
 Phoenix, AZ 85073-2181

## Pilot Advisory Letter

To: All Pilots, Chief Pilots and Flight Operations Managers

 Letter No : PA331-09  
 Date : 26 Aug 2013  
 Page : 1 of 2

**TPE331 Unintended Operation with Engine Speed Control(s) in Any Position  
Other Than the Full Forward Position During Takeoff or Landing**

**Always Advance Engine Speed Control(s) to High Prior to Takeoff and Landing.**

**Purpose:** \_\_\_\_\_

The purpose of this Pilot Advisory Letter is to address the following conditions.

- Take off with Engine Speed Control(s) in any position other than the full forward (high) position.
- Landing with Engine Speed Control(s) in any position other than the full forward (high) position.

**Take off:**

The installation manuals for the TPE331 contain the following instructions:

Takeoff

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| 1. Engine Speed Control | HIGH (96 – 97 percent RPM)                |
| 2. Power Lever          | TAKEOFF (100 – 101 percent RPM)           |
|                         | Check torque against flight manual values |

One and possibly two adverse effects can result if a takeoff is attempted with the Engine Speed Control(s) in any position other than full forward. They are reduced power output from the engine(s) and the possibility of accompanying engine oscillations.

Figur 20. Avsnitt ur Pilot Advisory Letter No PA331-09. Foto: Honeywell.

Luftfartygets typcertifikatinnehavare, BAe Systems, sände efter tillbudet ut ett informationsbrev till samtliga operatörer av den aktuella flygplanstypen, där vikten av den ovan nämnda informationen från motortillverkaren särskilt framhölls.

### 1.16.7 Spontan rörelse av RPM Lever utan förarnas kännedom

På förfrågan från haverikommissionen har BAe meddelat att de inte känner till något fall där motorreglagen skulle ha rört sig spontant i någon riktning utan förarnas kännedom till följd av vibrationer, låg friktion, e.d. Eftersom motorens reglage inte har någon mekanisk förbindelse med varandra bedömer BAe det som osannolikt att en sådan rörelse skulle ha kunnat ske samtidigt på båda reglagen.

### 1.16.8 Felaktig motorkonfiguration vid start

Förutom förarnas möjlighet att avläsa motorinstrumenten och fysiskt kontrollera motorreglagens inställningar har flygplanstypen inget varningssystem som visar om starten sker med felaktig motorkonfiguration. På förfrågan från haverikommissionen har BAe meddelat att förarnas möjlighet att, under det inledande startförloppet, ”märka” om RPM Lever inte står i maximalt framfört läge är begränsad. Accelerationen på banan och upplevelsen av denna kan förvisso bli något lägre men detta påverkas av flera andra faktorer

såsom flygplanets startmassa, banförhållanden, vindkomponent i startriktning, etc.

Enligt de europeiska certifieringsreglerna för mindre transportflygplan, (CS 23), är varningssystem för felaktiga konfigurationer i starten inte något obligatoriskt krav. I kategorin stora transportflygplan, (CS 25), är sådana system obligatoriska. Jetstream 31/32 är certifierade enligt CS 23.

#### **1.16.9 Propeller Synchronizing System**

På förfrågan från haverikommissionen har BAe meddelat att de inte känner till något fall där motorernas Propeller Synchronizing System skulle ha förorsakat oscillationer i motorernas dragkraft som påverkat flygnigen. Systemet förmår endast påverka motorernas RPM med högst  $\pm 0,5$  % vilket anses för lite för att ha någon inverkan i detta avseende.

#### **1.16.10 Eventuella konsekvenser av defekta PT2- och PS5-rör**

På uppdrag av haverikommissionen har Honeywell gjort en omfattande konsekvensanalys beträffande om de konstaterade läckagen i PT2- och PS5-rören samt vattenförekomsten i PS5-rören till motorerna kan ha haft någon inverkan på händelseförloppet. Analysen, som verifierats av flygplanstillverkaren och haverikommissionen, har givit följande resultat:

- Läckagen i PT2- och PS5-rören hade, vid de aktuella förhållandena, ingen eller försumbar effekt på funktionen av TPE331 SRL System och SRL-EGT.
- Läckagen i PT2- och PS5-rören hade, vid de aktuella förhållandena, ingen eller försumbar effekt på funktionen av TTL-system.
- Inga andra funktioner i motorerna bedöms ha påverkats av de defekta PT2- och PS5-rören och därigenom bidragit till motorstörningararna.
- Sammanfattningsvis bedöms defekterna i PT2- och PS5-rören inte ha påverkat det aktuella händelseförloppet.

#### **1.16.11 Intervjuer med besättningen**

De intervjuer som haverikommissionen hållit med besättningen ligger till grund för det händelseförlopp som finns presenterat i avsnitt 1.1. Båda förarna ansåg att de var utvilade inför den aktuella flygningen och inte hade känt av någon trötthet när tjänstgöringen inleddes.

Både befälhavaren och den biträdande föraren har uppgett att procedurer och åtgärder under starten följdes och utfördes enligt S.O.P, samt att RPM Levers stod i sitt korrekta läge, d.v.s. HIGH.

Besättningen har även berättat att de inte observerat något onormalt eller att några felfunktioner noterats före eller under själva starten.

Rotationen och den initiala stigningen hade utförts enligt föreskrivna rutiner och inga avvikelser avseende motorens funktion - eller flygplanet generellt - hade observerats.

Motorstörningarna hade därför kommit som en fullständig överraskning för båda förarna. På grund av den kritiska flygfasen när tillbudet inträffade, låg höjd och låg fart, bedömde befälhavaren att det inte var lämpligt att använda några checklistor. De åtgärder som han själv vidtog ansåg han vara erfarenhetsbaserade.

På grund av den omgivande terrängens utseende bedömde befälhavaren att det inte fanns några andra alternativ än att försöka gå tillbaka till fältet för landning. Trots den allvarliga situationen ansåg båda förarna att cockpitsamarbetet fungerat bra under tidsförloppet som motorstörningarna pågick, och att lugnet i cockpit kunde bevaras under hela den sex minuter långa flygningen.

#### **1.16.12 Simulatortest**

Haverikommissionen har utfört operativa tester i en Jetstreamsimulator. Syftet var att, med liknande förutsättningar, prova olika scenarion som kunnat påverka den aktuella händelsen. Testerna gav även kommissionen möjlighet att få en ökad kunskap om flygplanstypen i allmänhet samt dess prestanda i olika situationer. Testerna gav även en bild av hur den aktuella besättningen kan ha upplevt händelsen samt de svårigheter som uppstod.

Det finns inte någon garanti för att en simulator i alla lägen uppträder som ett riktigt flygplan. Det går heller inte att återskapa alla scenarion eller att med säkerhet fastställa att de felfunktioner som provas i en simulator medför samma resultat i verkligheten.

Ett stort antal starter utfördes, samtliga med externa faktorer så lika de aktuella som möjligt. I simulatorn kunde start med en korrekt riggad motor utföras även om varvtalsreglagen stod i *taxi*-position, d.v.s. ger minst 96 % så snart gasreglagen sätts i *flight idle*. Detta provades utan någon märkbar eller negativ effekt på starten. Mjukvaran i simulatorn medgav inte att den händelse som beskrivs i avsnitt 1.16.5, med oscillationer vid start med för lågt varvtal, kunde programmeras och flygprovats.

Det scenario som var nära nog identiskt med den aktuella händelsen var när signalen från SRL-systemet till EGT-indikatorn fallerade. De oscillationer i varvtal och torque som då uppstod motsvarade besättningens beskrivning av den aktuella händelsen. De krängningar, riktningsändringar, minskad acceleration samt svårigheter att hålla höjden som uppkom, kunde liknas vid det som hände flygplanet den 3 maj i Sveg. Inga fel eller felfunktioner har emellertid konstaterats på SRL-systemet i den aktuella flygplansindividen.

En eventuell spontan rörelse av varvtalsreglagen kunde av naturliga skäl inte kontrolleras i simulatorn.

## **1.17 Operatörens organisation och ledning**

### **1.17.1 Generellt**

AS Avies är ett estniskt flygbolag med säte i Tallinn. Bolaget grundades 1991 och bedriver flygverksamhet av såväl regelbunden som oregelbunden art. Den oregelbundna trafiken består till största delen av charter- och taxiflyg och bedrivs med mindre jetflygplan av typen Hawker och Lear Jet.

Den regelbundna trafiken består av linjefart i olika länder och bedrivs med flygplan av typen Jetstream 31/32. I Sverige opererar företaget ett antal linjer, bland annat Sveg – Stockholm/Arlanda, för det svenska bolaget Avies Sverige AB som efter upphandling förvärvat trafikrättigheterna på linjerna.

### **1.17.2 Offentlig upphandling av flygtrafik**

Grundprincipen inom EU är att alla lufttrafikföretag hemmahörande i unionen har rätt att fritt utöva trafikrättigheter på alla flyglinjer inom unionen. Principen slås fast i artikel 15.1 i Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1008/2008 av den 24 september 2008 om gemensamma regler för tillhandahållande av lufttrafik i gemenskapen (omarbetning).

Ett avsteg från principen om rätten att fritt bedriva flygtrafik, rör sådana flyglinjer som anses väsentliga för den ekonomiska utvecklingen i en viss region och som inte är möjliga att driva enbart utifrån gängse kommersiella intressen. För sådana flyglinjer får i stället, med stöd av artikel 16 i samma förordning, införas s.k. allmän trafikplikt. Det innebär, såvitt nu är av intresse, att ett enda flygföretag ges ensamrätt att bedriva flygtrafik på den aktuella sträckan. En sådan ensamrätt måste bjudas ut genom ett offentlig upphandlingsförfarande (artikel 16 och 17 i förordningen).

Flygtrafiken på den aktuella sträckan mellan Sveg och Stockholm/Arlanda bedrivs inte på gängse kommersiella grunder. På sträckan gäller i stället allmän trafikplikt. Flygföretaget Avies Sverige AB har tilldelats ensamrätten till flygtrafiken efter en offentlig upphandling. Ansvarig myndighet för upphandlingen är Trafikverket. Avies Sverige AB har i sin tur anlitat den estniska operatören AS Avies för att, som underleverantör, utföra flygtrafiken.

### **1.17.3 Operativa förutsättningar**

En förutsättning för att ett företag ska få bedriva flygtrafik inom EU är att det innehar en operativ licens. Företaget har, enligt artikel 4 i förordningen 1008/2008, rätt att erhålla en operativ licens om det har ett giltigt drifttillstånd (AOC<sup>19</sup>). Ett utfärdat AOC intygar att företaget har de yrkesmässiga kunskaper och den organisation som krävs för att

---

<sup>19</sup> AOC (Air Operator Certificate) – drifttillstånd.

på ett betryggande sätt sköta verksamheten. För att erhålla den operativa licensen krävs vidare att företaget visar att det har tillgång till luftfartyg och att företaget, och de personer som står bakom det, uppfyller vissa krav i fråga om försäkringar och gott anseende, inklusive vad gäller konkursfrihet och vissa andra ekonomiska förhållanden.

En operativ licens utfärdas av behörig myndighet i det EU-land där företaget har sitt säte. Av artikel 15.2 i förordningen följer att en medlemsstat inte får underkasta ett EU-flygföretag som innehar en operativ licens och ett AOC några ytterligare tillståndskrav för att få utöva flygtrafik inom unionen. Av artikel 6 i rådets förordning (EEG) nr 3922/91 av den 16 december 1991 om harmonisering av tekniska krav och administrativa förfaranden inom området civil luftfart följer vidare att medlemsstaterna ska erkänna sådana godkännanden som utfärdats av en annan medlemsstat i fråga om juridiska och fysiska personer som är sysselsatta med bl.a. drift av luftfartyg.

AS Avies hade vid tidpunkten för Trafikverkets upphandling av flygtrafik på den aktuella flyglinjen gällande operativ licens och AOC, utfärdade i enlighet med det unionsrättsliga regelverket. Någon möjlighet för Trafikverket att företa ytterligare kontroller eller ställa andra krav på företaget från säkerhetssynpunkt har därmed inte förelegat.

## 1.18 Övrigt

### 1.18.1 *Bestämmelser beträffande FDR och CVR*

I EU-kommissionens förordning (EG) 859/2008, även kallad EU-OPS, anges i OPS 1.160 – Bevarande, uppvisande och användning av registreringar från färd- och ljudregistrator – bl.a. följande.

*När det krävs att ett flygplan ska vara utrustat med färdregistrator ska operatören av flygplanet*

*[---]*

*ii) ha ett dokument med den information som fordras för att ta fram och omvandla lagrade uppgifter till tekniska enheter.*

I Chicagokonventionens annex 6, attachment D. Flight recorders anges i punkten 1.3.4 följande.

*Dokumentation rörande allokering av parametrar, ekvationer för konvertering, periodisk kalibrering och annan service och underhållsinformation, skall hållas av flygoperatören. Dokumentationen behöver vara tillräcklig för att säkerställa att olycksutredningsmyndigheten har tillgång till nödvändig information för att kunna läsa ut och konvertera data till relevanta storheter.*

### 1.18.2 Vidtagna åtgärder

Med anledning av de brister som konstaterats hos operatören i denna utredning, se avsnitt 1.16.1, samt brister konstaterade i en annan utredning av SHK rörande samma operatör, (se SHK:s rapport RL 2014:01, dnr L-38/13), har myndigheten fattat beslut att påtala dessa brister genom en skrivelse ställd till den estniska respektive den svenska tillsynsmyndigheten för civil luftfart.

Skrivelsen innehöll en säkerhetsrekommendation till båda tillsynsmyndigheterna att – var för sig eller gemensamt – genomföra en fullständig operationell och teknisk granskning ("audit") hos den aktuella operatören. I detta sammanhang bör nämnas att det är den estniska myndigheten – i egenskap av ansvarig utfärdare av operatörens AOC – som har tillsynsansvaret för bolaget. Svenska Transportstyrelsen har inget tillsynsansvar men har möjlighet att, genom bl.a. SAFA<sup>20</sup> -inspektioner, kontrollera delar av verksamhetens säkerhet och kvalitet.

Av de berörda tillsynsmyndigheternas svar till SHK framgår i huvudsak följande.

Den estniska tillsynsmyndigheten har ålagt operatören att förbättra sitt säkerhetsprogram samt att utse en säkerhetsansvarig (Flight Safety Programme Manager) för bolagets flygverksamhet. Myndighetens tekniska avdelning har, tillsammans med en representant från svenska Transportstyrelsen, även utfört en granskning ("audit") på en av operatörens tekniska baser i Sverige. Utöver detta har myndigheten även uppgett att ökad uppmärksamhet ägnas operatören och att utvecklingen av det föreskrivna säkerhetsprogrammet kommer att följas noggrant.

Transportstyrelsen har inlett en dialog med den estniska tillsynsmyndigheten med anledning av den av SHK utfärdade säkerhetsrekommendationen, och har även påtalat bristerna vid ett möte med Europeiska kommissionens flygsäkerhetskommitté (ASC<sup>21</sup>). Som nämnts har Transportstyrelsen även deltagit i en teknisk granskning ("audit") vid en av operatörens tekniska baser i Sverige. Myndigheten har även uppgett att den år 2012 genomförde ett antal SAFA-inspektioner hos operatören, med höga belastningstal som resultat.

### 1.19 Särskilda utredningsmetoder

Inte aktuellt.

---

<sup>20</sup> SAFA (Safety Assessment of Foreign Aircraft) – säkerhetsinspektion av utländska luftfartyg.

<sup>21</sup> ASC (Air Safety Committee).

## 2. ANALYS

### 2.1 Operativt

#### 2.1.1 *Flygningens förutsättningar*

De externa förhållandena var goda med en klar och kall morgon utan nederbörd eller kontaminerat manöverområde. Flygplanet hade varit parkerat i hangar under natten, varför avisning inte var aktuell. Enligt besättningen förekom inte heller något annat som var utöver det normala eller som skulle ha kunnat störa rutinerna så till vida att de utgjort en risk för nedsatt uppmärksamhet hos dem.

Det fanns inga tekniska anmärkningar noterade i flygplanets loggbok. Flygplanet hade tankats före den aktuella starten, men den olje- och bränsleanalys som utförts tyder inte på några föroreningar eller annat som kunnat påverka motorernas funktion.

Befälhavaren uppgav att han hade utfört en yttre inspektion av flygplanet före start och därvidlag inte iakttagit något onormalt. Haverikommissionen utgår därför sammantaget från att befälhavaren bedömt flygplanet som luftvärdigt ur teknisk synpunkt för den aktuella flygningen.

#### 2.1.2 *Förarnas förutsättningar*

Besättningen befann sig i slutet av en längre tjänstgöringsperiod. Båda förarna hade haft flygtjänst under flera dagar i följd före händelsen men kände sig, enligt egen utsago, utvilade den aktuella dagen.

Befälhavaren, tillika instruktör i flygbolaget, hade med sina dryga 3 000 timmar på typen stor erfarenhet av flygplanstypen. Den biträdande föraren, som var relativt nyanställd i företaget, hade mindre erfarenhet på typen. Då flygplanstypen oftast används för kortare flygningar blir antalet starter och landningar hos piloterna många.

Under intervjuerna har framkommit att samarbetet mellan förarna fungerade bra och att inga avvikelser från företagets operationella rutiner hade förekommit, varken vid detta tillfälle eller vid tidigare flygningar tillsammans.

Sammantaget anser haverikommissionen att förarnas förutsättningar att utföra den aktuella flygningen var goda.

#### 2.1.3 *Flygningen*

Med ledning av de fakta som framkommit i avsnitt 1.16.5 konstaterar haverikommissionen att varvtalet vid starten med största sannolikhet var för lågt. Huruvida detta orsakats av att reglaget som styr motorvarvet inte satts i sitt maximala läge för start eller om RPM-reglagen, spontant och av sig själv, rört sig bakåt går inte att fastslå. Den information som lämnats av tillverkaren avseende spontan

rörelse, (se avsnitt 1.15.6), tyder emellertid på att detta scenario inte är sannolikt.

Några varningssystem som i ett tidigt skede hade kunnat förhindra den uppkomna situationen finns som tidigare nämnts inte i J31/32. Förarna ska förvisso, enligt proceduren, säkerställa rätt värden på varvtal och torque men har begränsad möjlighet att upptäcka avvikelser som exempelvis om varvtalsreglaget skulle stå något utanför sitt korrekta läge. Denna begränsning har även belysts av flygplanstillverkaren. Haverikommissionen återkommer till denna fråga i avsnitt 2.4.1.

Besättningen har uppgett att de standardiserade procedurerna i S.O.P. har följts. Utredningen har inte haft erforderligt faktaunderlag för att kunna bedöma denna uppgift.

#### **2.1.4 Tillbudet**

Att bedöma allvarlighetsgraden vid ett tillbud blir i viss mån alltid subjektivt. Piloter i kommersiell luftfart tränas vid sina återkommande kompetenskontroller alltid i att hantera motorbortfall. Denna träning fokuseras vanligtvis på de mest kritiska faserna av en flygning – start och initial stigning. Träning av bortfall och störningar på *båda* motorerna tränas dock normalt inte med anledning av att sannolikheten för sådana situationer är extremt låg.

Befälhavaren uppgav att det varit stora svårigheter att kontrollera flygplanet och att hålla det flygande under den minut som störningarna pågick. Båda förarna berättade även under intervjuerna att man under vissa skeden trott att en nödlandning i den underliggande terrängen var förestående. Haverikommissionen kan konstatera att den psykiska pressen på besättningen under denna tidsperiod sannolikt var mycket hög.

Ett läge med ett svårkontrollerat flygplan med motorstörningar på båda motorerna, vilket piloterna inte är specifikt tränade för, är en situation som lätt kan orsaka felbeslut och oöverlagda handlingar. Enligt samstämmiga uppgifter vid intervjuerna kunde emellertid lugnet i cockpit behållas under tillbudet och beslutet att försöka svänga tillbaka mot flygplatsen för landning får – med hänsyn till de rådande omständigheterna – anses ha varit välmotiverat.

Befälhavaren vidtog vissa åtgärder när störningarna inträffade, bland annat effektreducering och bortkoppling av TTL-systemet. Det har dock inte kunnat utvärderas huruvida dessa hade någon effekt på det fortsatta händelseförloppet. När störningarna upphörde kunde en normal landning utföras.



## 2.2 Registrering av ljud- och flygdata

### 2.2.1 Färdregistrator - FDR

Enligt bestämmelserna i EU-OPS ska en operatör av luftfartyg - där färdregistrator är ett krav – även kunna tillhandahålla dokumentation för att omvandla lagrade uppgifter i FDR till ingenjörstorheter. Dessa krav har tillkommit för att utredande myndigheter i lämpliga format ska kunna granska och analysera tillbud och olyckor inom den kommersiella luftfarten i syfte att förbättra flygsäkerheten.

Kravet får anses innebära att operatören är skyldig att se till att de registratorer som finns i de flygplan man opererar, kontinuerligt underhålls och kalibreras så att utredande myndigheter vid varje tidpunkt har möjlighet att avläsa korrekt information.

Som beskrivits i avsnitt 1.10.1 kunde haverikommissionen konstatera att operatören saknade användbar och obligatorisk dokumentation för att kunna konvertera den digitalt registrerade informationen till ingenjörsenheter.

I utredningar som omfattar olika slag av systemstörningar är det av största vikt att haverikommissionen får tillgång till korrekta data för att kunna göra en tillförlitlig analys av händelseförlopp och felfunktioner. Det nu inträffade fallet med motorstörningar utgör ett exempel på tillbud där data från FDR kan betraktas som det enskilt viktigaste faktaunderlaget för utredningen.

Utvalda FDR-data har dock kunnat korrigeras manuellt av haverikommissionen efter det att FDR-enheten monterats tillbaka i den aktuella flygplanindivid. De referensvärden som på detta sätt kunde erhållas har sedan använts i utredningen för korrigering av de initialt avlästa värdena. Analysen av dessa värden kan inte garanteras utgöra ett till alla delar exakt faktaunderlag, men har en tillräckligt hög grad av tillförlitlighet för att kunna användas i utredningen.

Det bör även påtalas att förutsättningen för att kunna göra en sådan korrigering av erhållna värden är att FDR-enheten och flygplanindivid är intakta. Vid exempelvis ett totalhaveri hade denna åtgärd inte varit möjlig eller i vart fall försvårats avsevärt. Sammanfattningsvis anser haverikommissionen att det är en stor brist hos operatören att dokumentation för att kunna läsa ut korrekta FDR-data saknats.

### 2.2.2 Ljudregistrator – CVR

Ljudregistratorn på den aktuella flygplansindivid har konstaterats vara fullt fungerande vid tidpunkten för händelsen. Någon information från tidpunkten för tillbudet har dock inte varit möjlig att avläsa på grund av att enheten inte stängdes av och därmed kom att överspelas.

Haverikommissionen anser att det är en brist hos operatören att existerande rutiner för avstängning av enheten – och därigenom säkra innehållet – inte följts i samband med detta tillbud. Den information som finns lagrad på denna enhet utgör normalt ett väsentligt stöd för utredningen, bl.a. för att kunna verifiera besättningens utsagor. Förstärkta instruktioner till besättningen att omedelbart stänga av enheten vid ett tillbud, kan med fördel skrivas in i lämpliga manualer och dokument.

## **2.3 Tekniskt**

### **2.3.1 Generellt**

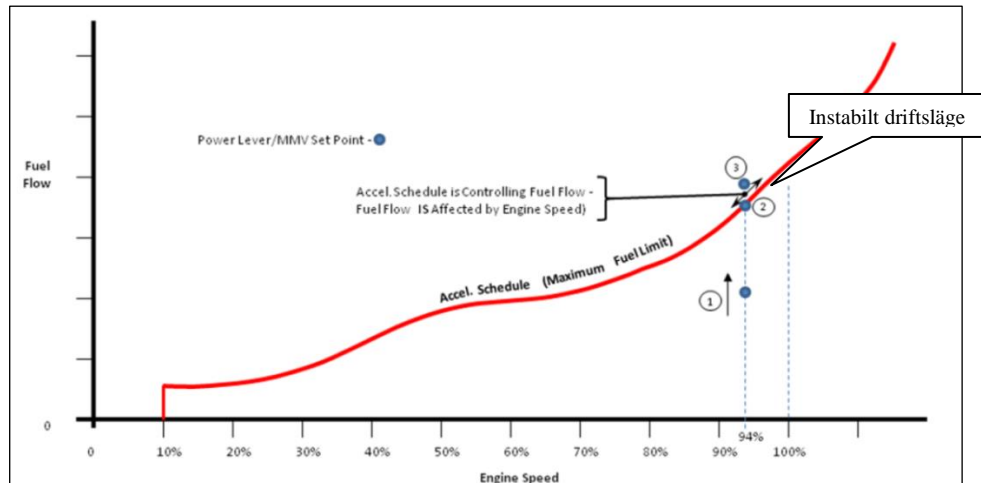
Haverikommissionen har i samband med tillbudet endast utfört en begränsad undersökning av vissa delar och system på den aktuella flygplansindividen. De fynd av korrosion och otillåtna serviceåtgärder som upptäcktes vid denna begränsade inspektion har – tillsammans med andra konstaterade brister – utgjort grund för den rekommendation som SHK sänt till berörda tillsynsmyndigheter, se avsnitt 1.18.2.

### **2.3.2 Tillbudet**

I samband med starten, på låg höjd, uppstod kraftiga pendlingar (oscillationer) av motoreffekten på båda motorerna vilket innebar en allvarlig flygsäkerhetsrisk.

Något tekniskt fel som kan förklara motorstörningarna har inte hittats. Varken de defekter som konstaterats på vissa rorinstallationer, (se avsnitt 1.16.1), eller de föroreningar som hittats i bränsle- och oljefilter bedöms enligt haverikommissionen ha haft någon betydelse i sammanhanget. Det är osannolikt att det förekommit någon tillfällig yttre omständighet som påverkat motorens funktion under starten. Enligt vad haverikommissionen erfarit har båda motorerna också fungerat utan anmärkning efter tillbudet.

Haverikommissionen konstaterar att händelseförloppet och de likartade störningarna på båda motorerna stämmer mycket väl överens med vad som inträffat vid tidigare tillbud med flygplanstypen om hög motoreffekt ansätts samtidigt som motorvarvtalet (RPM) är för lågt, se figur 21. Att så var fallet vid detta tillbud styrks av att amplituden på pendlingarna efter en viss tid ökade kraftigt, vilket tyder på att motorens s.k. TTL-system aktiverades. Denna ”egenskap” i motor/propellerinstallationen har verifierats och är väl känd av motor- och flygplanstillverkarna.



Figur. 21. Instabilt driftsläge. Foto: Honeywell.

Allt talar därför för att motorstörningarna på båda motorerna orsakades av att motorernas RPM, vid det höga effektuttaget under starten, varit för lågt.

Information som betonar risken av denna ”egenskap” har publicerats i dokument såsom flygplanets installationsmanual samt i en NTSB-rapport, NTSB/AAR-88/06.

Trots att information om detta finns publicerad i olika dokument var det inte känt av förarna vid tillbudet. Det finns därför skäl att överväga kompletterande informationsåtgärder som kan säkerställa att alla förare av den aktuella flygplanstypen, och flygplanstyper med liknande typ av motor- och propellersystem, får full kännedom om eventuella risker.

### 2.3.3 FDR- och ljudanalys

Avsaknaden av korrekt information från flygplanets färdskrivare var olycklig eftersom detta försämrade möjligheterna att finna förklaringar till varför varvtalet sannolikt var för lågt vid starten. Haverikommissionens analys av händelseförloppet före motorstörningarna bygger därför på förarnas minnesbild, den korrigerade FDR-registreringen och ljudanalysen av videoinspelningen.

Som tidigare nämnts har förarna uppgivit att RPM Levers vid starten fördes till fullt framfört läge, vilket motsvarade drygt 100 % RPM, och att friktionsrattens moment kontrollerades och att reglagen därefter inte rörde.

Den korrigerade FDR-registreringen och utförda ljudanalysen visar ett delvis annorlunda händelseförlopp. Även om ljudanalyserna och de korrigerade registreringarna inte kan förväntas vara helt exakta utgör de två oberoende källor som entydigt visar att RPM på båda motorerna inför starten först snabbt ökade, från ca 72 % (tomgångsvarv) till drygt 100 %, men därefter omedelbart minskade

till ca 95 %. Under drygt 50 sekunder minskade varvet sedan ytterligare långsamt till ca 94 % då de kraftiga pendlarna startade på båda motorerna. Enligt FDR-registreringen startade pendlarna först med låg amplitud och på vänster motor, vars RPM då var något lägre än på den högra motorn.

Det faktum att såväl FDR-registreringen som ljudanalysen visar att RPM på båda motorerna efter tillbudet och under inflygning för landning var normalt, d.v.s. ca 100 %, tyder på att dessa framtagna värden är representativa.

#### **2.3.4 RPM Levers**

En möjlig förklaring till händelseförloppet skulle kunna vara att RPM Levers fördes fram till maxläget men att friktionsratten inte var tillräckligt åtdragen. Då skulle reglagen spontant ha kunnat vandra tillbaka något utan att förarna märkte det. När RPM därigenom sjönk och närmade sig ca 94 % startade motorpendlingarna.

Eftersom reglagen inte är mekaniskt sammankopplade förefaller det dock osannolikt att reglagen så omgående och så samtidigt skulle ha rört sig bakåt. Under de år som flygplanstypen har varit i drift har inget fall av någon sådan spontan rörelse av dessa reglage rapporterats till flygplanstillverkaren.

En annan förklaring skulle kunna vara att RPM Levers fördes fram snabbt men inte helt till maxläget. Den registrerade ”RPM-toppen” på drygt 100 % skulle mycket väl kunna vara en s.k. översvängning innan varvtalet därefter långsamt stabiliserade sig på ca 94 %. Mot detta scenario talar dock förarnas minnesbild att båda reglagen fördes fram till maximalt framfört läge, enligt de rutiner som finns föreskrivna i S.O.P.

Med den information som finns tillgänglig har det inte varit möjligt att med fullständig säkerhet säga vilket av de två alternativen som orsakat störningarna. Det mest sannolika är dock att reglagen oavsiktligt inte förts ända fram, och att avsaknaden av varningssystem gjorde att förarna inte uppmärksammades på den felaktiga konfigurationen.

#### **2.3.5 Slutsats av teknisk analys**

Haverikommissionen konstaterar att flygplanstypens specifika egenskap, dvs. att kraftiga pendlar i motorns dragkraft kan uppstå om varvtalet är för lågt vid högt effektuttag, kan innebära en allvarlig flygsäkerhetsrisk om förarna inte har full kännedom om denna ”egenskap”.

## 2.4 Operationell säkerhet

### 2.4.1 Varningssystem

Det kan med stor sannolikhet fastställas att orsaken till effektstörningarna var för lågt varvtal och att detta är en sedan tidigare känd egenskap hos motortypen i den aktuella flygplansmodellen.

Med anledning av att det inträffade tillbudet kan kategoriseras som mycket allvarligt anser haverikommissionen att visst intresse bör ägnas åt flygplansmodellens varningssystem. Det finns för närvarande inga krav på sådana varningssystem för denna klass av luftfartyg.

Det kan dock ur flygsäkerhetssynpunkt inte anses vara tillfredsställande att ett system – där konsekvenserna vid felfunktion eller felhantering kan bli så allvarliga att störningar uppkommer samtidigt på båda motorerna – inte är försett med ett säkerhetssystem som varnar piloterna.

Den aktuella flygplanstypen, J31/32, är inte utrustad med någon typ av varningssystem för felaktig konfiguration i starten (take off configuration warning). Kontroll av att RPM Levers har korrekt position för start sker endast genom manuell verifiering av den ene föraren.

Haverikommissionen anser därför att det kan vara motiverat att utvärdera förutsättningarna för att utrusta flygplanstypen med ett varningssystem som uppmärksammar piloterna på felaktig motorkonfiguration i starten.

### 2.4.2 Nödchecklistor

Den felfunktion som uppstod vid det aktuella tillbudet orsakades sannolikt av en motorkonfiguration i samband med start som inte var korrekt. Konsekvenserna, allvarliga motorstörningar strax efter start, inträffade i ett kritiskt skede av flygningen där flygplanet var på låg höjd under acceleration från ett lågt fartområde. Under denna fas av flygningen ska besättningens fokus vara inriktat på att flygningen kan fortsätta på ett säkert sätt.

I ett sådant läge kan inte besättningen förväntas ta fram en nödchecklista för att slå upp vilka åtgärder som är lämpliga att vidta. Sådana åtgärder bör ingå i de memory items som ska vara inlärd utantill. Att den aktuella befälhavaren ändå utförde i stort sett alla av de föreskrivna åtgärderna vid tillfället kan sannolikt tillskrivas hans stora erfarenhet – innefattande bl.a. instruktörstjänst – på flygplanstypen. Nyutbildade förare, eller förare med låg erfarenhet på typen, kan inte förväntas besitta motsvarande kunskap.

Haverikommissionen anser att det tillbud som nu inträffat är så allvarligt att förutsättningarna för besättningars hantering av detta problem behöver revideras. Grundutbildningen för förarna bör därför

bedrivs så att den belyser problemet, samtidigt som föreskrivna åtgärder tränas in som memory items vid flygutbildning och fortbildning på typen.

## **2.5 Övriga iakttagelser**

### **2.5.1 Operativt**

Haverikommissionen har funnit brister i flygbolagets manualverk. Benämningar av reglagen och dessas position vid start varierar i olika manualer. Detta är inte önskvärt och försvårar besättningarnas förutsättningar under såväl utbildning som flygtjänstgöring och kan innebära ökad risk för att föreskrivna åtgärder i vissa situationer kan tolkas på olika sätt.

Som exempel kan nämnas de skilda benämningarna på proceduren i checklistan, (se 1.6.11), för att se till att RPM Levers är i rätt position för start, dvs. fullt framförda. I operatörens dokumentation används omväxlande benämningarna HIGH och FLIGHT. Vissa av dessa skilda benämningar förekommer även i typcertifikatinnehavarens manualer.

### **2.5.2 Tekniskt**

Vid den tekniska undersökning som utfördes under övervakning av haverikommissionen konstaterades defekter på flygplanet i form av skadade PT2/PS5 rör samt korrosionsskador (se figurerna 13, 14 och 15). Oavsett att detta saknat inverkan på händelseförloppet, vittnar detta om brister avseende operatörens tekniska standard.

### **2.5.3 Tekniskt/operativt**

Haverikommissionen kan konstatera att operatören inte följde gällande föreskrifter angående loggföring och uppföljning av tekniska anmärkningar på luftfartygen.

Det regelverk som finns syftar till att det tekniska loggsystemet ska beskriva alla tekniska fel som uppstått under driften. Om detta system hanteras på annat vis ökar risken för att noterade fel och felfunktioner förblir okända bl.a. för en ny besättning som påbörjar tjänstgöring på det aktuella luftfartyget.

Det system som operatören skapat, vilket således ligger utanför regelverket, i det uttalade syftet att minska risken för att flygplan ska bli stående på marken är ur säkerhetssynpunkt anmärkningsvärd. Det är vidare något förvånande att tillsynsmyndigheterna inte noterat - och påtalat - detta vid de verksamhetskontroller som företagits.

### 3. UTLÅTANDE

#### 3.1 Undersökningsresultat

- a) Förarna hade behörighet att utföra flygningen.
- b) Luftfartyget hade luftvärdighetsbevis med gällande granskningsbevis.
- c) Motorstörningar på båda motorerna inträffade strax efter start.
- d) Korrosion konstaterades vid inspektion av det aktuella luftfartyget.
- e) Tekniska anmärkningar som framkom vid undersökningen var inte noterade i flygplanets loggbok.
- f) Strömmen till ljudregistratorn (CVR) var inte bruten, vilket medförde att inga ljudregistreringar var tillgängliga för utredningen.
- g) Operatören saknade användbar och obligatorisk dokumentation för konvertering av den digitalt sparad FDR-informationen till ingenjörstorheter.
- h) Start och initial stigning utfördes med för lågt RPM.
- i) Det är känt att motorstörningar kan inträffa vid start i samband med för lågt RPM.
- j) Förarna var inte medvetna om riskerna vid start med för lågt RPM.
- k) Informationen i företagets operativa manualer var inte samstämmig.
- l) Flygplanstypen har inget varningssystem för start med felaktig motorkonfiguration.

#### 3.2 Orsaker till tillbudet

Tillbudet orsakades sannolikt av ett för lågt varvtal (RPM) i samband med starten. En bidragande orsak har varit att flygplanstypen saknar varningssystem för start med felaktig motorkonfiguration.


#### 4. REKOMMENDATIONER


EASA rekommenderas att:

- Utredda förutsättningarna för installation av varningssystem på den aktuella flygplanstypen som varnar förarna vid felaktig motorkonfiguration i samband med start. *(RL 2014:07 R1)*
- Verka för att nödchecklistan på flygplanstypen revideras så att åtgärder vid motoroscillationer i samband med start ändras till att ingå som ett "Memory item". *(RL 2014:07 R2)*
- Vidta åtgärder för att säkerställa att utbildning och fortbildning på flygplanstypen kompletteras med information och träning avseende risker med felaktiga motorkonfigurationer vid start. *(RL 2014:07 R3)*

SHK emotser besked senast **den 15 september 2014** om vilka åtgärder som har vidtagits med anledning av de rekommendationer som har lämnats i rapporten.

På haverikommissionens vägnar

  
Mikael Karanikas

  
Stefan Christensen